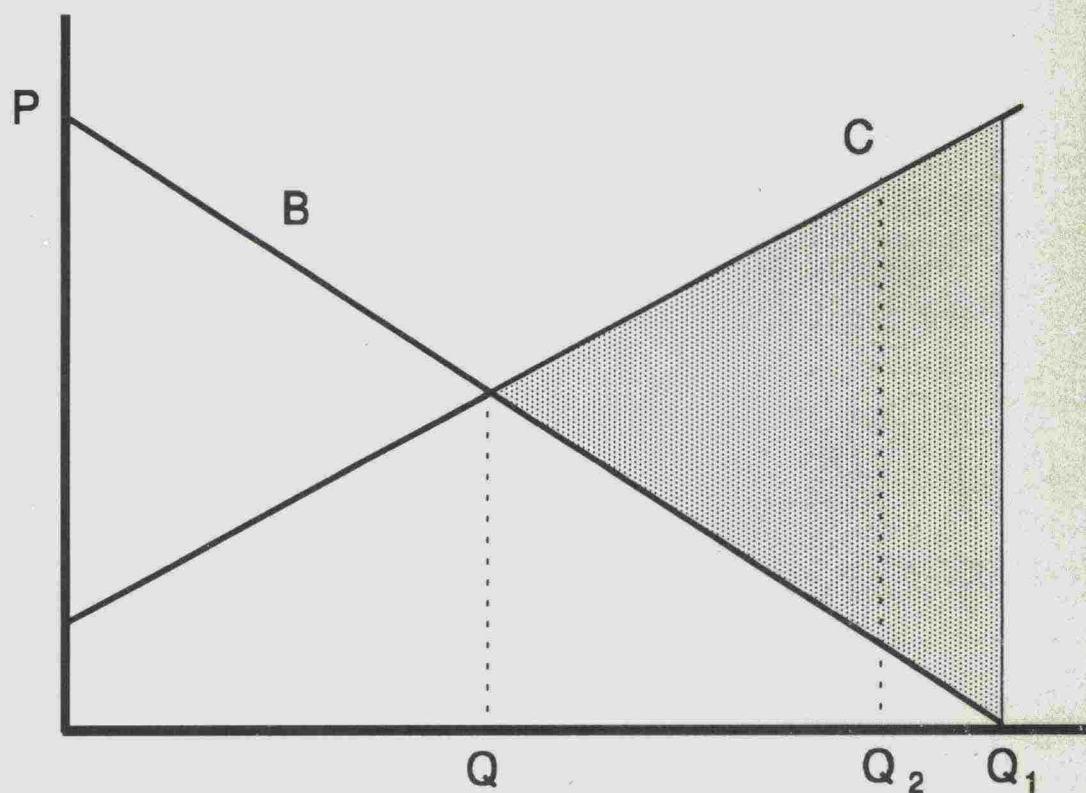


Maksuhalukkuusmenettelyn soveltuvuus tieliikenteen vaikutusten arviointiin



Tielaitoksen
selvityksiä

43/1991

Helsinki 1991

Tiehallitus
Kehittämiskeskus
Tutkimuskeskus

Tielaitoksen selvityksiä
43/1991

**Maksuhalukkuusmenettelyn soveltuvuus
tieliikenteen vaikutusten arviointiin**

Tielaitos

Tiehallitus, Kehittämiskeskus, Tutkimuskeskus

Helsinki 1991

ISBN 951-47-4994-4
ISSN 0788-3722
TIEL 3200039
Valtion painatuskeskus
Pasilan VALTIMO
Helsinki 1991

Julkaisua myy
Tiehallitus, painotuotevarasto

Tielaitos

Tiehallitus
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puh. vaihde (90) 1541

Alkulause

Tieliikenteen vaikutusten arvottamisessa ei Suomessa ole toistaiseksi käytetty maksuhalukkuusperiaatetta. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, miten maksuhalukkuus soveltuu tieliikenteen onnettomuus, aika, melu ja pakokaasuhaittojen kustannusten arvottamisen perusteeksi. Samalla haluttiin selvittää, miten ulkomailla empiirisissä tutkimuksissa ihmisten maksuhalukkuutta on selvitetty ja kysytty.

Tutkimus on tehty tiehallituksen toimeksiannosta Liiketaloustieteellisessä Tutkimuslaitoksessa (LTT). Tutkimuksen vastuullisena johtajana oli KTM Jarmo Granfelt ja tieteellisenä asiantuntijana apulaisprofessori Markku Pekurinen. Tutkijoina toimivat Urpo Kiiskinen ja Veli-Pekka Sinervuo.

Tutkimusta seuraamaan perustettiin seurantaryhmä, jonka jäseninä olivat erikoistutkijat Lassi Hilska ja Anders Tallqvist liikenneministeriöstä, kehityspäällikkö Harri Kallberg Neste Oy:stä, suunnittelija Timo Parkkinen ympäristöministeriöstä, erikoistutkija Veijo Kokkarinen, dipl.ins Harri Peltola ja suunnittelija Mervi Karhula (puh.joht) tiehallituksesta. Selvityksen tekijöille ja seurantaryhmän jäsenille lämpimät kiitokset työhön osallistumisesta.

Helsingissä syyskuussa 1991

Kehittämiskeskus

Tutkimuskeskus

TIIVISTELMÄ

Suomessa on liikenteen ulkoisten haittojen arvottamisessa tähän mennessä nojaututtu resurssisidonnaisuusperiaatteeseen siltä osin kun haittakustannuksia ylipäättään on laskelmissa otettu huomioon. Yhä yleisemmin ollaan kuitenkin sitä mieltä, että arvottamisessa tulisi nojautua maksuhalukkuusmenetelmään. Sitä pidetään teoreettisesti perustellumpana, kun lähtökohtana on ns. yhteiskuntataloudelliseen tehokkuuteen pyrkiminen.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää maksuhalukkuusmenetelmän teoreettiset perusteet sekä maksuhalukkuuksien mittaamisen heikot ja vahvat puolet. Lisäksi tarkastellaan maksuhalukkuuteen pohjautuvien menetelmien soveltuvuutta liikenneonnettomuuksien, aikasäästöjen, pakokaasupäästöjen ja melun arvottamiseen.

Tieliikenteen ulkoisten haittojen arvottamiseen tähtääviä maksuhalukkuustutkimuksia on tehty kaiken kaikkiaan melko vähän. Tehdyt tutkimukset ovat keskittyneet tilastollisen elämän arvon ja aikasäästöjen arvottamiseen. Lisäksi saman aihealueen (kustannuskomponentin) tutkimuksissa kysymyksenasettelut ovat olleet erittäin pitkälle samansuuntaisia.

Liikenneonnettomuuksien aiheuttamien kustannusten arvottamiseen tähtäävissä, maksuhalukkuuden kysymiseen perustuvissa tutkimuksissa on voimakkaasti painottu kuolemaan johtaviin onnettomuuksiin. Tilastollisen elämän arvon estimointi on perustunut ihmisten halukkuuteen maksaa kuolemaan johtavan onnettomuuden todennäköisyyden tietynsuuruudesta pienenemisestä. Tilastollisen ihmishengen säästämisen arvo on laskettu jakamalla ihmisten ilmoittama em. maksuhalukkuuden mukainen rahamäärä kyseisellä todennäköisyyden muutoksella.

Sekä Iso-Britanniassa että Ruotsissa on lisäksi aloitettu empiiriset maksuhalukkuustutkimukset muiden kuin kuolemaan johtavien henkilövahinkojen arvottamiseksi. Testauksen perusteella on Iso-Britanniassa päädytty suosittamaan varsinaisessa tutkimuksessa eri loukkaantumisten arvottamista suhteutettuna kuolemaan johtavan loukkaantumisen hintaan, mutta rinnakkaisena menetelmänä on suositettu käytettäväksi suoraa maksuhalukkuuden kysymistä.

Liikenteessä säästetyn ajan arvottamiseen tähtääviä maksuhalukkuustutkimuksia on tehty melko vähän. Tutkimuksia, joissa maksuhalukkuutta tietyille ajansäästöille kysyttäisiin suoraan, ei ole löytynyt. Tehdyt tutkimukset ovat pääsääntöisesti perustuneet valintojen osoittamiin mieltymyksiin pohjautuvaan arvottamiseen. Työajalla tapahtuva aikasäästö tulisi arvottaa joko resurssisidonnaisuusmenetelmällä tai maksuhalukkuusmenetelmällä. Vapaa-ajan aikasäästöt tulisi arvottaa vain maksuhalukkuusmenetelmällä.

Maksuhalukkuustutkimuksia, joissa on pyritty arvottamaan pelkästään liikenteen päästöjen ja melun kustannuksia, ei ole löytynyt. Päästöjen osalta maksuhalukkuusmenetelmää voisi soveltaa lähinnä päästöjen vähentämisellä saavutettavien aineettomien hyötyjen, kuten esim. virkistyskäyttö ja olemassaoloarvojen kasvun arvottamiseen. Muilta osilta päästöjen arvotuksen tulisi tapahtua resurssisidonnaisuusmenetelmällä. Melun osalta maksuhalukkuusmenetelmä soveltuu viihtyvyysarvojen ja sairaanhoidollisia toimenpiteitä aiheuttamattomien terveydellisten vaikutusten arvottamiseen. Muut melun haittavaikutukset tulisi arvottaa resurssisidonnaisuusmenetelmällä.

Jatkotutkimuksia suositellaan tehtäväksi onnettomuuksiin, aikasäästöihin ja meluun liittyen. Näistä aikasäästöjen arvottamista koskevaa tutkimusta pidetään kiireellisimpänä, koska ajan merkitys tiehankkeiden edullisuusvertailuissa on erittäin suuri.

Keywords external effects, willingness-to-pay, value of time, accidents, environment

ABSTRACT

This study focuses on valuation methods used for obtaining money values for external effects of road traffic. The external effects concerned are traffic accidents, time savings/losses, pollution and noise disturbance.

So far, the external effects of Finnish road traffic have been valued, to the extent they have been considered in cost-benefit calculations, by calculating the economic value of lost output and/or resource costs. Recently many economists have argued for the valuation methods based on individual preferences, which can be measured in money terms by asking peoples' willingness to pay for the improvements. The latter method has been considered as more consistent with the theory of social efficiency.

The aim of this study was to review the theoretical background of the "willingness-to-pay" (WTP) approach, review major studies completed to date and examine strengths and weaknesses of the preference elicitation methods.

There are only few major WTP surveys undertaken to date, which focus particularly on valuation of changes in levels of externalities due to road improvements. They have concentrated mainly on the valuation of fatal accidents and time savings. Furthermore, different kinds of elicitation methods have been employed in studies on both above mentioned benefit (or cost) components but concerning each component very similar methodology has been used.

Studies on transport safety have focused on estimating the value of individual's marginal rate of substitution of wealth for risk of death. They have been questionnaire exercises, where respondents were asked how much they would be willing to pay in order to decrease their probability to die in a traffic accident. The value of avoiding one "statistical death" is simply the mean willingness to pay divided by the change in survival probability.

Recently, both in Great Britain and in Sweden there have been started empirical studies, which attempt to estimate WTP based values for avoidance of nonfatal injuries. As an outcome of the British feasibility study, Jones-Lee et al. recommended that the nonfatal injuries of different severities should be valued in relation to the value of statistical death by using the so called standard gamble questions. It was also recommended to present a subsample of respondents with direct valuation questions.

There have been only few attempts to estimate the value of travel time savings (or losses) based on individuals willingness to pay. Studies employing the direct valuation questions were not found. The main value of time (VOT) surveys have been undertaken by using stated preference techniques. The models were estimated using binary logit estimation on hypothetical pairwise choice data. Both output based and WTP based approaches can be applied to the valuation of business traveller's time savings or losses. Nonbusiness travel time savings or losses should be valued according to individuals' willingness to pay for them.

There could not be found any WTP surveys valuating environmental effects, and particularly focusing on road traffic, in the form of air pollution or noise. In the case of air pollution, the WTP approach should be, in principle, applicable in estimating intangible benefits e.g. changes in recreational and existence values of environmental amenities due to reduced air pollution levels. Direct economic effects should be valued using lost output/resource costs derived from the actual doseresponse relationships. In the case of noise nuisance, WTP based values can, at least in principle, be placed on disutility components such as inconvenience and changes in individuals' welfare due to physical or mental illness. Real economic values should be used for medical care and output losses.

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	11
1.1 Tutkimuksen tausta	11
1.2 Tavoitteet ja rajaukset	12
1.3 Raportin rakenne	12
2 TIELIIKENTEEN KUSTANNUKSET	13
2.1 Tieliikenteen kustannusten pääryhmittely	13
2.2 Ulkoiset vaikutukset	14
2.2.1 Ulkoisten vaikutusten käsite ja ryhmittely	14
2.2.2 Ulkoisten kustannusten suuruusluokka	15
2.2.3 Ulkoisten kustannusten merkitys tieinvestointien suunnittelussa	19
3 MAKSUHALUKKUUSMENETELMÄN TEORIAA	22
3.1 Maksuhalukkuuden käsite ja kysyntäkäyrä maksuhalukkuuden kuvaajana	22
3.2 Kuluttajain ylijäämä	23
3.3 Maksuhalukkuus ja paretolainen hyvinvointiteoria	25
3.4 Yksilöiden ja yhteiskunnan maksuhalukkuuksien erot	28
3.5 Liikennepalvelujen optimaalinen tuotantomäärä	29
4 MAKSUHALUKKUUDEN MITTAAMISMENETELMÄT	31
4.1 Havaittuun mieltymykseen perustuva mittaaminen	32
4.1.1 Suora havainnointi	32
4.1.2 Epäsuora havainnointi	33
4.2 Ilmoitettuun mieltymykseen perustuva mittaaminen	34
4.2.1 Epäsuora kyselymenetelmä	34
4.2.2 Suora kyselymenetelmä	37
4.2.3 Kyselyn/haastattelun toteutus	43
5 LIIKENNEONNETTOMUUKSIEN ARVOTTAMINEN	45
5.1 Onnettomuuksien tyypittely ja onnettomuuskustannusten ryhmittely	45
5.2 Käytetyt arvottamismenetelmät	46
5.3 Maksuhalukkuuteen perustuva elämän arvon määrittäminen	50
5.3.1 Yleiskatsaus tehtyihin keskeisiin tutkimuksiin	50
5.3.2 Tutkimusten kysymyksen asettelut	54
5.3.3 Liikenneturvallisuuden arvostus ja ihmishengen arvo	57
5.3.4 Tulosten luotettavuus	61

5.4 Loukkaantumiseen johtavien onnettomuuksien arvottaminen	66
5.4.1 Kokemuksia ihmisten suhtautumisesta loukkaantumisriskiin	66
5.4.2 Liikenneonnettomuuksien terveydellisten seuraamusten luokittelu	68
5.4.3 Loukkaantumisten arvottaminen	69
5.5 Materiaalivahinkojen ja muiden kustannusten arvottaminen	71
5.6 Yhteenveto ja johtopäätökset	72
6 LIIKENTEESSÄ KULUVAN AJAN ARVOTTAMINEN	74
6.1 Liikenteessä kuluva aika kustannustekijänä ja ajan arvottamisessa käytössä olleet menetelmät	74
6.2 Vapaa-ajan yksikköarvon määräytymiseen vaikuttavat tekijät	75
6.3 Ajansäästön arvottaminen maksuhalukkuuden mukaan	77
6.4 Ajansäästön arvottamiseen liittyviä erityisongelmia	79
7 LIIKENTEEN PAKOKAASUPÄÄSTÖJEN VAIKUTUSTEN ARVOTTAMINEN	82
7.1 Pakokaasupäästöjen haittavaikutusten tyypittely	82
7.2 Ilmansaasteiden vaikutusten arvottaminen	83
7.3 Mahdolliset arvotusmenetelmät	84
7.3.1 Resurssisidonnaisuusperiaate	84
7.3.2 Havaittuun mieltymykseen perustuva maksuhalukkuuden mittaaminen	85
7.3.3 Ilmoitettuun mieltymykseen perustuva maksuhalukkuuden mittaaminen	85
7.4 Eri vaikutusten arvottamiseen soveltuvat menetelmät	86
7.5 Yhteenveto ja johtopäätökset	88
8. LIIKENNEMELUN VAIKUTUSTEN ARVOTTAMINEN	90
8.1 Melun "luonne" ja merkitys kustannuskomponenttina	90
8.2 Liikennemelun aiheuttamien haittojen tyypittely	90
8.2.1 Vaikutukset viihtyvyyteen	90
8.2.2 Terveydelliset vaikutukset	91
8.2.3 Vaikutukset työskentelytehoon	91
8.3 Melun arvottamismenetelmälle asetettavat vaatimukset	91
8.4 Liikennemelun vaikutusten arvottaminen ja arvotukseen liittyvät ongelmat	92

9 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	94
9.1 Tutkimuksen tausta	94
9.2 Tavoitteet ja rajaukset	94
9.3 Keskeiset tutkimustulokset ja johtopäätökset	95
9.4 Jatkotutkimusehdotukset	97
9.4.1 Johdanto	97
9.4.2 Liikenneonnettomuuksissa kuolleiden elämän arvon määrittäminen	97
9.4.3 Liikenteessä säästetyn ajan arvon merkitys liikenteessä mukana oleville	99
9.4.4 Liikennemelun häiritsevyys melulle altistettujen mielestä	101
10 LÄHDELUETTELO	103
LIITTEET (1kpl)	

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta

Tiehankkeiden suunnittelussa ja keskinäisessä vertailussa on yhä yleisemmin alettu kiinnittää huomiota hankkeista aiheutuvien ns. ulkoisten haittojen eli ulkoisten kustannusten huomioon ottamisen tärkeyteen. Esi-merkkejä näistä ovat liikenneonnettomuuksista sekä liikenteen melusta ja päästöistä aiheutuvat kustannukset.

Näiden kustannuserien huomioiminen hankkeita koskevissa laskelmissa edellyttää niiden arvottamista rahassa. Arvottamisesta on kirjallisuudessa esitetty kaksi periaatteellista lähestymistapaa: toisaalta voidaan nojautua **resurssisidonnaisuusperiaatteeseen** ja toisaalta **maksuhalukkuusmenetelmään**. Lisäksi on joidenkin kustannuserien arvottaminen pyritty suorittamaan laskemalla, kuinka paljon kyseisen haitan estäminen tulisi maksamaan. Kyseistä varjohintamenettelyä on sovellettu mm. Ruotsissa meluhaittojen arvottamiseen laskemalla melun vähentämisen hyöty ääneristysinvestointien aiheuttamien kustannusten kautta.

Resurssisidonnaisuusperiaatteeseen nojauduttaessa arvotetaan ne resurssit tai tuotot, jotka sitoutuvat tai menetetään kyseisten haittojen vuoksi. Resurssisidonnaisuusperiaate soveltuu käytettäväksi silloin, kun sitoutuneella/menetetyllä resurssilla on tavalla tai toisella määritettävissä oleva markkina-arvo. Maksuhalukkuusmenetelmässä arvotuksessa nojaudutaan siihen, kuinka paljon yksilöt tai yhteisö olisivat valmiita maksamaan haittojen poistamisesta tai vähentämisestä.

Resurssisidonnaisuusperiaatteeseen tai maksuhalukkuuteen pohjautuvat arvottamismenetelmät eivät ole toisiaan poissulkevia, vaan usein ne täydentävät toisiaan. On ilmeistä, että osaan ulkoisista haitoista sopii vain jompikumpi em. menetelmistä ja osaan kumpikin.

Suomessa on liikenteen ulkoisten haittojen arvottamisessa tähän mennessä nojauduttu resurssisidonnaisuusperiaatteeseen siltä osin kun haittakustannuksia ylipäättään on laskelmissa otettu huomioon. Yhä yleisemmin ollaan kuitenkin sitä mieltä, että arvottamisessa tulisi nojautua maksuhalukkuusmenetelmään. Viimeksi mainittua pidetään teoreettisesti perustellumpana, kun lähtökohtana on ns. yhteiskuntataloudelliseen tehokkuuteen pyrkiminen.

Maksuhalukkuuksiin pohjautuvien arvojen käyttöön liittyy kuitenkin joukko periaatteellisia ja käytännön ongelmia. Niiden kartoittamista on pidetty välttämättömänä, jotta saataisiin kuva maksuhalukkuuksiin pohjautuvaan arvotukseen siirtymisen mahdollisuuksista ja edellytyksistä.

1.2 Tavoitteet ja rajaukset

Tämän tutkimuksen tavoitteet voidaan kiteyttää seuraavien kysymysten muotoon:

- Mitkä ovat maksuhalukkuusmenetelmän teoreettiset perusteet?
- Minkätyyppisillä kysymyksenasetteluilla ja mittareilla maksuhalukkuutta periaatteessa voidaan mitata? Mitkä ovat mittarien heikot ja vahvat puolet?
- Minkätyyppisillä kysymyksenasetteluilla ja mittareilla maksuhalukkuutta empiirisissä tutkimuksissa on mitattu? Mitkä ovat olleet mittareiden heikot ja vahvat puolet ja minkälaisia tuloksia on saatu?

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan maksuhalukkuusmenetelmän soveltuvuutta seuraaviin tieliikenteen kustannuseriin:

- liikenneonnettomuuskustannukset
- aikakustannukset
- päästökustannukset
- melukustannukset.

Tutkimuksessa ei pyritä selvittämään em. kustannuserien suuruutta empiirisesti.

1.3 Raportin rakenne

Tämä raportti jakautuu johdantoluvun jälkeen kahdeksaan lukuun. **Luvussa 2** esitetään tieliikenteen kustannusten pääryhmittely sekä käsitellään lyhyesti ulkoisten kustannusten käsitettä ja niiden suurusluokkaa tieliikenteen osalta. **Luvussa 3** selvitetään maksuhalukkuuteen perustuvan arvottamisen teoreettisia perusteita. **Luvussa 4** esitellään maksuhalukkuuden mittaamiseen käytettävissä olevat menetelmät ja pohdiskellaan yleisellä tasolla niiden käyttökelpoisuutta. Seuraavissa neljässä luvussa käsitellään maksuhalukkuuteen pohjautuvan arvottamisen sovellettavuutta liikenneonnettomuuksien (**luku 5**), aikasäästöjen/-menetysten (**luku 6**), liikenteen päästöjen (**luku 7**) sekä meluhaittojen (**luku 8**) arvottamiseen. Yhteenveto, johtopäätökset ja toimenpidesuositukset on esitetty **luvussa 9**.

2 TIELIIKENTEEEN KUSTANNUKSET

Tässä luvussa tarkastellaan lyhyesti tieliikenteen kustannusten pääryhmittelyä sekä ulkoisten kustannusten käsitettä ja tieliikenteen ulkoisten kustannusten suuruusluokkaa käytettävissä olevien tutkimusten mukaan. Käytettyjen laskentamenetelmien oikeellisuuteen ei tässä yhteydessä oteta kantaa.

2.1 Tieliikenteen kustannusten pääryhmittely

LTT:ssa vuonna 1988 tehdyssä tutkimuksessa tie- ja rautatieliikenteen kustannusvastaavuudesta liikenteen kustannukset jaoteltiin kolmeen pääryhmään seuraavasti:

1. Liikenneverkkokustannukset
 - Liikenneverkon suunnittelusta, rakentamisesta ja ylläpidosta sekä liikenteen hallinnosta ja valvonnasta aiheutuvat kustannukset
2. Liikennöimiskustannukset
 - Liikenteenharjoittajille liikennevälineiden hankinnasta ja käytöstä aiheutuvat kustannukset
3. Liikenteen ulkoiset kustannukset
 - Liikenneonnettomuuksista, ruuhkautumisesta, liikenteen päästöistä, liikenteen melusta yms. aiheutuvat kustannukset.

Näitä kustannusten pääryhmiä ei tule laskea yhteen, koska varsinkin liikennöimiskustannusten pääryhmään sisältyy komponentteja, jotka on tarkoitettu liikenneverkkokustannusten katteeksi.

Tiehankkeiden edullisuusvertailussa tielaitos käyttää tieliikenteen ajokustannusten osalta seuraavaa ryhmittelyä:

1. Ajoneuvokustannukset
2. Aikakustannukset (kuljettaja + mahdolliset matkustajat)
3. Onnettomuuskustannukset.

Liikenteen aiheuttamia melu- ja saastepäästöjä ei laskelmissa toistaiseksi ole huomioitu, koska niiden arvottamiseen ei ole ollut selkeitä laskentaperusteita.

2.2 Ulkoiset vaikutukset

2.2.1 Ulkoisten vaikutusten käsite ja ryhmittely

Ulkoisilla vaikutuksilla tarkoitetaan tuotantotoimintaa tai kulutusta harjoittavan yksikön niitä vaikutuksia, jotka kohdistuvat muihin yksiköihin. Yleensä niistä ei peritä maksua eikä niiden aiheuttamiseen liity korvausvelvollisuutta (Dasgupta & Pearce 1973). Jos maksu kuitenkin peritään, puhutaan sisäistetyistä ulkoisesta vaikutuksesta. Ulkoisten vaikutusten aiheuttajana/kohteena voi olla yksittäinen henkilö, kotitalous, yritys, toimiala, kansantalous jne. Vaikutukset voivat olla positiivisia (hyötyjä, tuottoja, kustannussäästöjä) tai negatiivisia (haittoja, kustannuksia). Tyypillinen esimerkki on teollisuuden aiheuttama ympäristön pilaantuminen, joka vähentää esim. ulkoilun viihtyvyyttä. Viihtyvyyden vähentyminen ei kuitenkaan sisälly teollisuuden kustannuksiin, jolloin se on ulkoinen kustannus. Liikenteen tyypillisimpiä ulkoisia haittoja ovat melu ja pakokaasupäästöt.

Valittu tarkastelutaso vaikuttaa huomattavasti tieliikenteen ulkoisille vaikutuksille altistuvien määrään. Mikäli tarkastelutasona on tieliikenne kokonaisuutena, ei esimerkiksi autoilijoiden kesken tapahtuneita onnettomuuksia määritelmän mukaan luokiteltaisi ulkoisiksi vaikutuksiksi. Ulkoisiksi luokiteltaisiin tässä tapauksessa ainoastaan muille kuin liikennettä harjoittaville yksiköille aiheutuvat vaikutukset. Jos taas asiaa tarkastellaan yksittäisen liikenteenharjoittajan tasolta, on esim. onnettomuudessa syytön osapuoli laskettava ulkoisesta haitasta kärsijäksi. Samoin jälkimmäisessä tapauksessa voidaan esim. muiden autoilijoiden pakokaasupäästöistä kärsivän autoilijan sanoa olevan ulkoisen haitan kohde. Koko tieliikenteen kannalta aikakustannukset ovat tarkastelun kohteena olevista kustannuseristä luonteeltaan vähiten ulkoisia. Ulkoisiksi kustannuksiksi voidaan mieltää yksittäisen autoilijan tasolla ainoastaan muille aiheutetut aikamenetysten lisäykset (autoilijan aiheuttama ruuhkan lisääntyminen).

Tietyn kustannuserän sisältö saattaa siis periaatteellisella tasolla olla vain osittain ulkoinen. Tässä tutkimuksessa käsiteltävistä kustannuseristä käytetään kuitenkin käsitteiden yhtenäisyyden vuoksi nimitystä ulkoinen kustannus.

Tieliikenteen ulkoisia haittavaikutuksia ovat:

- onnettomuudet
- aikakustannukset (ruuhkautuminen)
- liikenteen päästöt
- pöly
- melu
- tärinä
- estevaikutukset
- maisema-arvojen väheneminen.

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan em. kustannuksista onnettomuus-, aika-, päästö- ja melukustannuksia.

2.2.2 Ulkoisten kustannusten suuruusluokka

Onnettomuuskustannukset

Liikenneonnettomuuksien aiheuttamien kustannusten laskemisessa käytetyt menetelmät vaihtelevat eri maissa huomattavasti. Eroja aiheuttaa erityisesti ns. hyvinvoinnin menetysten arvottaminen.

Onnettomuuskustannukset on luokiteltu karkeasti kahteen osaan: onnettomuuden aiheuttamiin reaalitaloudellisiin menetyksiin ja ns. elämän arvon menetyksiin.

Reaalitaloudellisia menetyksiä edustavat ne, jotka aiheutuvat onnettomuudessa syntyneiden vahinkojen korjaamiseen käytetyistä resursseista sekä onnettomuuden seurauksena syntyvistä tuotannonmenetyksistä. Nämä kustannukset koostuvat seuraavista eristä (LTT 1990):

- ajoneuvovahingot
- sairaanhoitokustannukset
- hallintokustannukset
- vararesurssien ylläpito
- onnettomuuden uhrien työpanosten menetykset.

Seuraavassa asetelmassa on esitetty vuoden 1987 liikenneonnettomuuksien kustannukset maassamme.

Kustannuslaji	Kustannukset
Materiaalivahinkokustannukset	1 466 mmk
Sairaanhoidon kustannukset	320 mmk
Hallinnolliset kustannukset	167 mmk
Vararesurssien ylläpidon kustannukset	76 mmk
Tuotannonmenetykset	1 906 mmk
Elämänarvon menetykset	2 681 mmk
Yhteensä	6 616 mmk

Lähde: *Tieliikenteen onnettomuuskustannukset Suomessa, LTT 1990.*

Aikakustannukset

Liikenteessä kuluvan ajan lyheneminen muodostaa moniin tieliikenteen investointihankkeisiin liittyvän keskeisen hyötyvaikutuksen. Tämän vuoksi tieliikennehankkeiden edullisuusvertailuissa on aika pyritty arvotamaan. Henkilöliikenteessä ajan arvolla tarkoitetaan ihmisten työ- ja vapaa-ajan matkoihin kuluvan ajan arvoa. Tavaraliikenteessä ajan arvolla on sekä suoria kuljetushenkilöstön palkasta riippuvia että välillisiä yrityksen kuljetus- ja varastointijärjestelmän kustannuksiin kohdistuvia vaikutuksia.

Tie- ja vesirakennushallituksen vuonna 1986 tekemän henkilöliikennetutkimuksen (ei sisällä tavaraliikenteessä kulutettua aikaa) mukaan 13-64 -vuotias suomalainen teki vuorokaudessa keskimäärin 3,1 matkaa, joihin aikaa kului 1,2 tuntia. Kokonaisuudessaan 13-64 -vuotiaat käyttivät aikaansa liikenteessä 1 260 miljoonaa tuntia vuonna 1986. Näin ollen jo alhaisellakin yksikköhinnalla pieni prosenttinen kokonaisaikasäästö synnyttää suuria kustannussäästöjä.

Henkilöliikenteessä kulutetusta ajasta vain noin 3% liittyy työtehtäviin, joten valtaosa liikenteen viemästä ajasta on vapaa-aikaa. Henkilöauton kuljettajan ja henkilöautossa matkustajana olleiden osuus vuonna 1986 liikenteessä kulutetusta ajasta oli 56%. Ajan jakautumista kulkutavoitain havainnollistaa seuraava asetelma.

Kulkutapa	Osuus liikenteessä kuluneesta ajasta (%)
Henkilöauton kuljettajana ja matkustajana	56
Linja-autolla ja taksilla	13
Junalla	5
Jalankulkijana ja polkupyörällä	22
Muilla tavoin	4
Yhteensä	100

Lähde: *Henkilöliikennetutkimus, TVH 1988.*

Tiehallitukselta saatujen tietojen perusteella voidaan arvioida, että aikakustannukset yleisillä teillä olivat vuonna 1988 suuruusluokaltaan 18 mrd. mk vuoden 1990 hinnoin ilmoitettuna. Kyseinen luku sisältää henkilö- ja pakettiautojen lisäksi myös kuorma- ja linja-autoissa syntyneet aikakustannukset.

Pakokaasupäästöt

(Liikenneministeriö 1988, Lampinen 1990)

Tieliikenteen päästöillä tarkoitetaan polttonesteestä peräisin olevia kemiallisia yhdisteitä. Pakokaasu sisältää useita satoja yhdisteitä. Sen lisäksi yhdisteet muuttuvat toisiksi yhdisteiksi ilmassa ja maassa niin että syntyvällä yhdisteellä voi olla alkuperäisestä yhdisteestä poikkeava vaikutus.

Yleisimmät haitallisiksi katsotut yhdisteet ovat hiilimonoksidi eli häkä (CO), hiilivedyt (HC), typen oksidit (NO_x), rikkidioksidi (SO₂), lyijy (Pb) ja kiinteät hiukkaset. Suomen kaikista saastepäästöistä tulee tieliikenteen osalle hiilimonoksidista 90%, typenoksideista noin puolet, hiilivedyistä kolmannes, rikkidioksidista 2%, lyijystä 75% (nopeasti laskussa) ja 15% pienistä hiukkasista (osuus pölystä suurempi).

Pakokaasupäästöt leviävät kaasumaisina yhdisteinä ja hiukkasina. Pakokaasut pääsevät ilmaan hengityksen kannalta matalalta verrattuna teollisuuden ja energiatuotannon päästöihin. Happamoitumisen ja ilmakehän vaikutusten kannalta tällä ei ole merkitystä. Liikenteen nostama pöly sitoo itseensä pakokaasun yhdisteitä. Pölyyn sitoutuneet päästöt toisaalta laskeutuvat nopeammin maahan, mutta toisaalta, varsinkin kaupunkiolosuhteissa, ovat kauemmin hengitysilmassa, koska liikenne nostaa pölyn yhä uudelleen ilmaan. Maaseudulla pakokaasujen laimeneminen ympäristöön tapahtuu nopeasti, koska maasto on avointa. Kaupungeissa ongelmana ovat katukuilut, joissa pakokaasupäästöt laimenevat hitaasti ja viipyvät kauan hengitysilmassa.

Vakiintuneen jaon mukaan haitallisilla päästöillä ilmaan katsotaan olevan **paikallisia, alueellisia ja globaaleja** vaikutuksia.

Paikallisia vaikutuksia ovat esim. terveyshaitat, näkyvyyden heikkeneminen sekä rakennetun ympäristön likaantuminen ja syöpyminen. Päästöistä paikallisten vaikutusten syntymiseen myötävaikuttavat rikkidioksidi ja haisevat rikkiyhdisteet (ei liikenteen ongelma), hiilimonoksidi, hiilivedyt, typenoksidit ja hiukkaset.

Alueellisista vaikutuksista merkittävin on happamoituminen, jonka pääaiheuttajia ovat rikin ja typenoksidit. Myös typenoksidien ja hiilivetyjen muutuntareaktioissa syntyvä otsoni ja haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) kaukokulkeutuvat ilmakehässä. Alueellisilla vaikutuksilla tarkoite-

taan maanosan (Suomen tapauksessa siis Euroopan) alueelta lähtevien päästöjen vaikutuksia koko alueeseen tai sen osaan.

Globaaleja vaikutuksia on liikenteen päästöistä lähinnä hiilidioksidilla, jonka katsotaan aiheuttavan noin puolet kasvihuoneilmiöstä. Välillisesti myös typenoksideilla, VOC:lla ja otsonilla on globaaleja vaikutuksia siltä osin kuin ne aiheuttavat kasvillisuusvaurioita ja heikentävät esim. metsien kykyä yhteyttää ja siten "syödä" hiilidioksidia.

Pakokaasupäästöt voidaan arvottaa esimerkiksi arvioimalla pakokaasujen puhdistustoimenpiteiden hinta. Tällä hetkellä olemassa olevalle autokannalle ei voida järkevästi laskea katalyyttipuhdistimista syntyviä kustannuksia, koska kaikkiin autoihin ei voida ilman suuria muutoksia asentaa katalyyttipuhdistinta. Mikäli kaikissa autoissa olisi jo puhdistuslaitteet, saataisiin vuosittain käyttöön otettavien uusien autojen katalyyttipuhdistimien hinnaksi 900 milj. mk ja uusimiskustannuksiksi 1 200 milj. mk vuodessa eli yhteensä 2 100 milj. mk. Tällä tavoin voitaisiin poistaa yli 75% päästöistä. Katalyyttipuhdistin ei kuitenkaan vaikuttaisi esim. kasvihuoneilmiön kehittymiseen.

Eräässä ruotsalaisessa tutkimuksessa on laskettu pakokaasuille kustannukset ajoneuvokilometriä kohden. Ne muodostuvat terveysvaikutuksista, viihtyvyyshaitoista, likaantumisesta, korroosiosta ja metsävaurioista. Ruotsalaisten arvioimilla yksikkökustannuksilla saataisiin Suomen tieliikenteen pakokaasuhaittojen kustannuksiksi vuonna 1987 seuraavan asetelman mukaiset arvot.

	Suorite milj. ajon.km	Yksikkökustannus p/ajon.km		Kustannus milj. mk/v	
		alaraja	yläraja	alaraja	yläraja
Hlö- ja pakettiautot	29 340	9	13	2 640	3 800
Kuorma-autot	2 470	32	36	800	900
Linja-autot	675	26	32	170	210
YHTEENSÄ	32 485			3 640	4 810

Mäntynen (1988) on Suomessa arvottanut tieliikenteen päästöt laske-
malla niille varjohinnat, jotka perustuvat teollisuuden päästöjen puhdis-
tuskustannuksiin. Näitä varjohintoja käyttäen on liikenneministeriö laske-
nut Suomen tieliikenteen päästöjen arvoksi 1 200 milj. mk vuonna 1987.

Suomen tieliikenteen päästöjen haittavaikutukset rahassa arvioituna ovat
edellä esitettyjen tietojen mukaan 1,2 - 4,8 mrd. mk vuonna 1987. Syynä
suureen vaihteluväliin on luotettavan tiedon puuttuminen ominaispäästökertoimista ja niiden vaihtelusta liikenneolosuhteiden
mukaan sekä rahassa arvottamiseen liittyvät suuret menetelmälliset erot.
Edellä esitetystä luvuista puuttuvat kokonaan hiilidioksidipäästöt, joilla
on vaikutusta kasvihuoneilmiön kehittymiseen. Käytettävissä ei ole me-
netelmää, jolla tämä voitaisiin arvioida rahassa. Varsinaisten pakokaasu-

päästöjen lisäksi liikenteen aiheuttaman tavanomaisen pölyn haitat on Suomessa arvotettu noin 800 milj. mk:ksi.

Liikennemelu

Melu on tietyn yksilön ja ympäristön kannalta epämielekästä ääntä, joka rasittaa tai vahingoittaa elimistöä fyysisesti tai psyykkisesti.

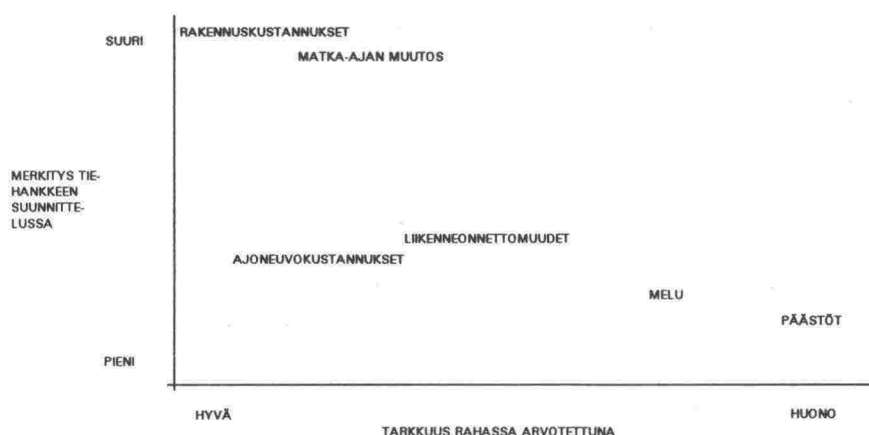
Liikenne on pahin ulkopuolisen melun lähteistä. Tie- tai katuosan melu koostuu useiden ajoneuvojen yhteisvaikutuksesta, mutta varsinkin yöaikana myös yksittäisen ajoneuvon aiheuttama melu joudutaan ottamaan huomioon. Melu riippuu nopeudesta, liikennemäärästä, liikenteen koostumuksesta, ajo-olosuhteista, tien pinnasta, säästä, tarkasteluolosuhteista jne. Alhaisilla nopeuksilla on vallitsevana moottorin ja pakokaasujen aiheuttama ääni, kun taas suurilla nopeuksilla suurempaa haittaa aiheuttaa renkaiden ja korin ääni. (Liikenneministeriö 1988)

Liikennemelusta häiriintyneiden (melutaso ylittää 55 dB(A)) määräksi Suomessa on arvioitu 208.000 ihmistä. Eräässä ruotsalaisessa tutkimuksessa melun haittakustannukseksi arvioitiin noin 4.000 mk vuodessa melun häiritsemää henkilöä kohden. Laskentaperusteena on käytetty melun estämiseksi tarpeellisten äänieristysinvestointien arvoa. Näitä arvoja käyttäen on liikenteen melukustannukseksi laskettu Suomessa noin 840 milj. mk vuonna 1987. Ottamalla huomioon myös ikkunoiden aukiolosta esim. tuuletuksen yhteydessä aiheutunut lisähäiriö, saadaan melun kustannuksiksi noin 1 150 milj. mk. Jos lisäksi lasketaan hinta häiriintyneen unen aiheuttamille vireystilan muutoksille valveillaoloaikana, saadaan kokonaisarvoksi noin 1 200 milj. mk. Tällöin ei ole otettu huomioon mahdollisia melun aiheuttamia terveyshaittoja, esim. kuulovaurioita. (Liikenneministeriö 1988)

2.2.3 Ulkoisten kustannusten merkitys tieinvestointien suunnittelussa

Tiehankkeiden vertailussa on viime aikoina kiinnitetty erityistä huomiota ulkoisiin kustannuksiin. Niiden arvottamisella ja arvottamisperusteiden valinnalla on todettu olevan huomattava merkitys kustannus-hyötylaskelmiin. Seuraava kuvio 1 havainnollistaa eri kustannuserien merkitystä laskelmissa sekä mahdollisuuksia niiden arvottamiseen.

Kuviossa kustannuserien sijainti osoittaa niiden keskinäisen järjestyksen akseleilla esitettyjen ominaisuuksien suhteen. Erien etäisyydet toisistaan ovat lähinnä suuntaa antavia. Kustannusnimikkeiden sijainti asteikolla ei perustu todellisiin numeroarvoihin vaan asiantuntijan näkemykseen.



Kuvio 1: Rahassa arvotettujen vaikutusten merkitys ja tarkkuus tiehankkeiden suunnittelussa.

Lähde: Pakokaasujen ja melun arvottaminen tiesuunnittelussa, Himanen VTT 1990.

Kuvion perusteella on matka-ajan muutoksen merkitys tiehankkeiden suunnittelussa huomattava, kun esimerkiksi melun ja päästöjen merkitys on selvästi vähäisempi. Aikasäästöjen tarkka arvottaminen näyttäisi olevan teknisesti melko helppoa. Onnettomuuskustannusten arviointi on sen sijaan ymmärrettävästi jo vaikeampaa.

Tiehankkeissa saavutettavien aikakustannussäästöjen merkitystä muihin kustannuksiin/kustannussäästöihin verrattuna kuvaa hyvin myös seuraava esimerkki.

Kantatie 51, Kivenlahti - Kirkkonummi, moottoritien rakentaminen.
(Lähde: Liikenteessä kuluvan ajan arvo, Liikenneministeriö 1990)

Tien pituus säilyy toimenpiteen johdosta entisellään. Ajonopeuden ennustetaan kasvavan 26,8 km/h (nykyisin 78 km/h). Liikenneta-
loudessa tapahtuvat muutokset on laskettu seuraaviksi:

	milj.mk/v
Aikakustannussäästö	123,26
Ajoneuvokustannussäästö	8,76
Onnettomuuskustannussäästö	-9,85
Kunnossapitokustannussäästö	-10,71
SÄÄSTÖT YHTEENSÄ	111,46

Tässä hankkeessa matka-ajan lyhenemisellä saavutettavat kustannussäästöt ovat erityisen suuret, noin 110% hankkeen kokonaissäästöistä. Tämä onkin ymmärrettävää, kun kyseessä on moottoritie-esimerkki. Tämä esimerkki korostaakin aikasäästöjen merkitystä huomattavasti keskimääräiseen tienparannustoimenpiteeseen verrattuna.

Ajan yksikköarvot em. laskelmissa perustuvat osittain liikenneministeriön yhteiskuntataloudellisia laskelmia liikennesektorissa selvittäneen työryhmän suositukseen ja osittain TVH:ssa kehitettyyn määritystapaan.

Kuten myös edellisestä esimerkistä voidaan todeta, saaste- ja melupäästöjen rahamääräisiä arvoja ei laskelmissa toistaiseksi huomioida.

Seuraavissa luvuissa keskitytään tieinvestointien yhteiskuntataloudelliseen arviointiin tarkastelemalla niiden aiheuttamia muutoksia ulkoisten kustannusten määrässä. Jatkossa käytetään käsitteitä hyöty ja haitta lähinnä kuvaamaan tiehankkeiden vaikutuksia yksilön ja yhteiskunnan hyvinvointiin. Ulkoisten kustannusten vähentyminen aiheuttaa siis hyötyä ja lisääntyminen haittaa.

3 MAKSUHALUKKUUSMENETELMÄN TEORIAA

Edellä on todettu, että liikenteen ulkoisten haittojen arvottamisessa voidaan nojautua joko resurssisidonnaisuusperiaatteeseen tai maksuhalukkuusmenetelmään. Tässä luvussa luodaan lyhyt katsaus maksuhalukkuusmenetelmän teoriataustaan.

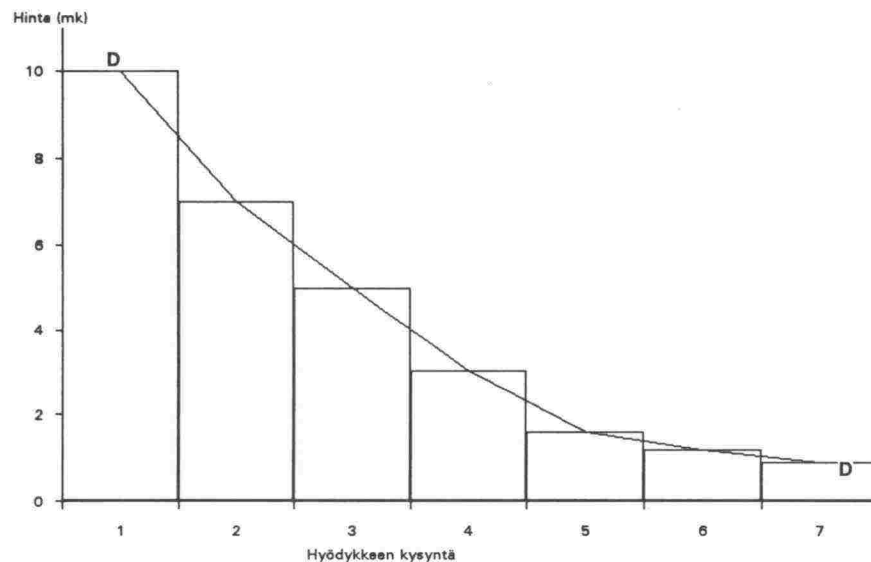
3.1 Maksuhalukkuuden käsite ja kysyntäkäyrä maksuhalukkuuden kuvaajana

Maksuhalukkuudella tarkoitetaan yksinkertaisesti sitä, mitä yksilöt tai yhteiskunta ovat tietystä hyödykkeestä valmiita maksamaan eli mikä on hyödykkeen arvo (hyöty) rahassa mitattuna heidän mielestään. Hyödyke tulee ymmärtää laajasti. Se käsittää tavaroiden ja palvelusten ohella erilaiset toimenpiteet, kuten esim. jonkin haitan vähentämisen tai poistamisen. Myös aika on luettava hyödykkeeksi. Tämä koskee sekä työ- että vapaa-aikaa.

Tiettyyn hyödykkeeseen kohdistuvaa maksuhalukkuutta kuvaa sen kysyntäkäyrä. Seuraavassa kuviossa 2 on kuvattu tietyn hyödykkeen kysyntä sen hinnan funktiona. Kuluttajat on sijoitettu vaaka-akselille alenevan maksuhalukkuuden mukaisessa järjestyksessä. Kuluttaja 1 on valmis maksamaan ko. hyödykkeestä enintään 10 mk. Sen hyöty rahassa mitattuna on hänen mielestään 10 mk. Vastaavasti kuluttaja 7 on valmis maksamaan hyödykkeestä enintään 1 mk. Käyrä DD on ko. hyödykkeen kysyntäkäyrä ja samalla sen "maksuhalukkuuskäyrä".

Vaihtoehtoisesti käyrä kuvaa myös yksittäisen kuluttajan maksuhalukkuutta tietyn hyödykkeen määrän funktiona. Ensimmäisestä yksiköstä ko. hyödykettä kuluttaja on valmis maksamaan 10 mk, toisesta 7 mk, kolmannesta 5 mk jne.

Kuvion 2 tarkoittama hyödyke voi olla esim. aika. Tällöin kuvio siis kuvaa sitä, kuinka arvokas yksi aikayksikkö kunkin kuluttajan kannalta on eli kuinka paljon hän on valmis maksamaan esim. yhden aikayksikön säästöstä. Vastaavasti hyödyke voi olla haitan väheneminen tai poistaminen. Tällöin kuvio siis kuvaa, kuinka paljon kuluttaja on valmis maksamaan esim. melun vähenemisestä yhdellä yksiköllä eli mikä on hänen mielestään melun vähenemisen hyöty rahassa mitattuna.



Kuvio 2: Hyödykkeen kysyntäkäyrä

Kysyntäkäyrän muodostumiseen vaikuttavat tarkastelun kohteena olevan hyödykkeen hinnan lisäksi myös monet muut tekijät. Tällaisia tekijöitä ovat esimerkiksi erilaiset mieltymykset ja maut, kaikkien muiden tuotteiden ja palveluiden hinnat sekä yksilöiden reaaliset tulot. Tietyn hyödykkeen hinnanmuutosten ja kysynnän välisestä suhteesta voi saada yksiselitteisen kuvan vain olettamalla edellä mainittujen muiden tekijöiden pysyvän muuttumattomina.

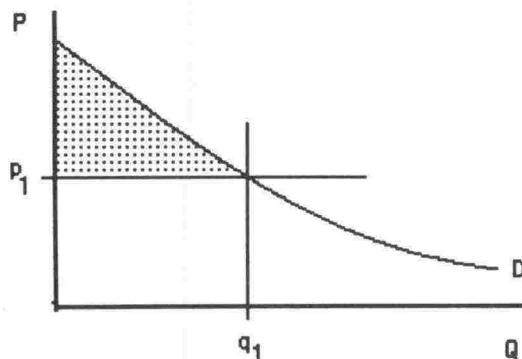
Tarkasteltaessa yksilöiden maksuhalukkuuksia tietyn hyödykkeen suhteen oletetaan heidän huomioivan myös arvostuksensa muita hyödykkeitä kohtaan sekä käytettävissä olevat tulonsa. Tällöin **maksukyky** tulee automaattisesti huomioon otetuksi kuluttajan tekemissä päätöksissä.

3.2 Kuluttajain ylijäämä (Pitkänen 1990)

Koska hyödykkeen portaittainen hinnoittelu maksuhalukkuuksien mukaan ei yleensä ole mahdollista, saa osa kuluttajista hyödykkeen "halvemmallalla" kuin mitä he aidosti olisivat valmiita siitä maksamaan. Eräiden hyödykkeiden kohdalla hinta saattaa olla nolla (ilmaishyödykkeet). Tätä maksuhalukkuuden ja maksetun hinnan välistä eroa kutsutaan kuluttajain ylijäämäksi.

Kuluttajain ylijäämä tarkoittaa rahamäärää, jonka kuluttajat olisivat mieluummin halukkaita maksamaan hyödykkeestä yli sen mitä he jo maksavat, kuin olemaan ilman tätä hyödykettä.

Seuraavassa kuviossa 3 kuvataan tietyn hyödykkeen kysyntää hinnan funktiona. Kun hyödykkeen hinta on p_1 , kysytty määrä on q_1 . Hintaa p_1 kuvaavan suoran ja kysyntäkäyrän D väliin jäävä rasteroitu alue kuvaa kuluttajain ylijäämää.



Kuvio 3: Kuluttajain ylijäämä.
Lähde: Pitkänen 1990.

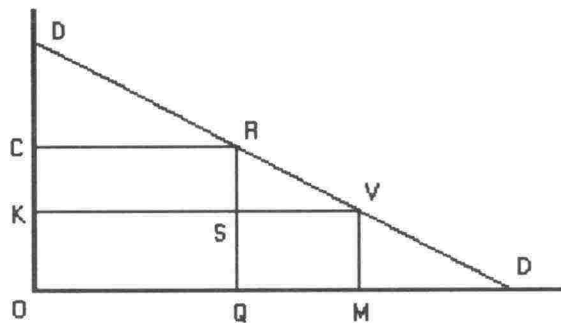
Kuluttajain ylijäämän käsite liittyy yhtä hyvin liiketaloudelliseen kuin yhteiskuntataloudelliseen kannattavuuteen. Yritykset pyrkivät voittoa tavoitellessaan käyttämään hyväkseen tätäkin osaa kuluttajain maksuhalukkuudesta. Hintojen differointi on tästä esimerkkinä. Suunnilleen samaa tavaraa saatetaan myydä eri asiakasryhmille eri hintoihin erilaistamalla esim. pakkaukset. Mikäli hinnat erilaistetaan siten, että kuluttajain ylijäämää ei synny, on tällä merkitystä hyvinvoinnin jakautumiseen. Koska hyvinvoinnin jakautumavaikutuksilla ei tämän tutkimuksen kannalta ole käytännön merkitystä, ei siihen ole syytä tarkemmin paneutua.

Silta, jonka ylityksestä ei peritä maksua, esitetään usein klassisena esimerkkinä tapauksesta, jossa kuluttajain ylijäämällä on sillan rakentamispäätöksen kannalta olennainen merkitys. Sillan rakentamis- ja ylläpitokustannuksia tulisi verrata ko. sillan siltapalvelusten kysyntäkäyrän perusteella määritettävään kuluttajan ylijäämään. Kuluttajain ylijäämä olisi tässä tapauksessa yhtä suuri kuin koko kysyntäkäyrän alapuolinen alue.

Kuluttajain ylijäämän soveltamista päätöksenteossa voidaan havainnollistaa seuraavalla esimerkillä.

Esimerkkinä olkoon seuraavassa kuviossa 4 tarkoitettu tienrakennushanke, jonka tuloksena ajokustannukset alenevat (polttoaineen kulutus vähenee, matkustusaika paikkakuntien välillä lyhenee). Ajokustannukset ovat aluksi OC/km ja ajettujen kilometrien määrä OQ . Hankkeen ansiosta ajokustannukset laskevat ja ovat OK/km ajettujen kilometrimäärän kasvaessa (yksikkökustannusten laskun seurauksena)

OM:ään. Voitaisiin ajatella, että hankkeen hyödyt (=kuluttajain ylijäämän muutos) lasketaan kertomalla ajokustannusten lasku lähtötilanteen kilometrimäärällä, jolloin hyödyt olisivat KCRS. Hyödyt tulisivat tällöin kuitenkin aliarvioiduiksi, kun niistä jäisi näin laskettaessa pois alue RSV. Hyötyjen arvioinnissa tarvitaan siis tietoa kysyntäkäyrästä vain tietyllä välillä (kuviossa 4 väli RV).

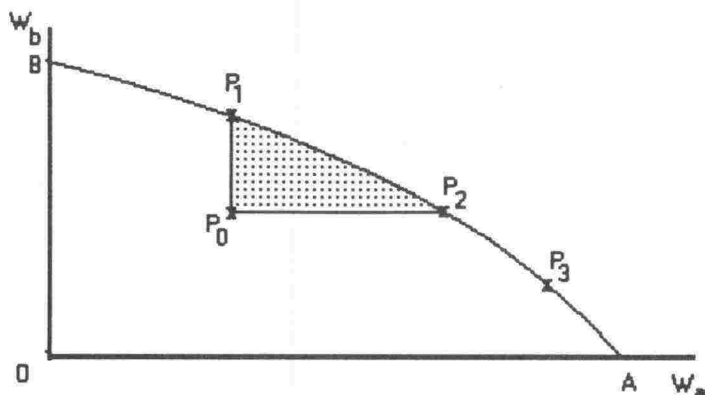


Kuvio 4: Esimerkki kuluttajain ylijäämän muutosten analysoinnista.
Lähde: Pitkänen 1990.

3.3 Maksuhalukkuus ja paretolainen hyvinvointiteoria (Pitkänen 1990)

Yhteiskunnallinen hyvinvointi-optimi vallitsee silloin, kun kenenkään hyvinvointia ei ole mahdollista lisätä ilman, että jonkun muun hyvinvointi kärsii. Väite perustuu paretolaiseen hyvinvointiteoriaan ja optimipistettä kutsutaan paretolaiseksi hyvinvointioptimiksi. Teoria on nimetty kehittäjänsä italialaisen sosiologi Wilfredo Pareton mukaan. Mikäli jonkin hankkeen toteuttaminen johtaa yhdenkin yksilön hyvinvoinnin lisääntymiseen, muiden hyvinvoinnin pysyessä ennallaan, yhteiskunnan hyvinvointi kasvaa. Puhtaasti teorian pohjalta ei kuitenkaan voida sanoa, mihin suuntaan yhteiskunnan hyvinvointi muuttuu, jos joidenkin hyvinvointi kasvaa ja toisten alenee.

Asiaa havainnollistaa seuraava kuvio, jossa X-akselilla mitataan henkilön A hyvinvointia (W_a) ja Y-akselilla henkilön B hyvinvointia (W_b) tietyllä tavalla, esim. tiettyjen tarpeiden tyydyttämisen asteena. Mikäli kaikki hyvinvointi tulee A:lle, ollaan pisteessä A, ja B:n saadessa kaiken ollaan puolestaan pisteessä B. Käyrä BA kuvaa "yhteiskunnan" maksimaalista kokonaishyvinvointia. Jos alkutilanteessa ollaan pisteessä P_0 , pisteeseen P_1 päin siirryttäessä A:n hyvinvoinnin taso nousee B:n hyvinvoinnin tason pysyessä entisellään. Tällöin "yhteiskunnan" kokonaishyvinvointi nousee. Sen sijaan teoria ei ota kantaa siihen, onko yhteiskunnan hyvinvointi pisteessä P_3 korkeampi vai alempi kuin pisteessä P_0 . Rasteroitu alue kuvaa hyvinvoinnin nousumahdollisuuksia alkutilanteeseen verrattuna.



Kuvio 5: Pareto-optimaalisuuden käsite.
Lähde: Pitkänen 1990.

Ilman markkamääristä hyvinvoinnin mittaamista voidaan todeta, että pisteiden P_1 ja P_2 väliin jäävä osa hyötymahdollisuuskäyrästä BA edustaa mahdollisimman suurta hyvinvoinnin kasvua pisteeseen P_0 verrattuna. Alkutilanteeseen (P_0) verrattuna pisteet P_1 ja P_2 sekä niiden välinen käyrän osa ovat Pareto-optimeja. Teoria ei edelleenkään ota kantaa siihen, mikä näistä optimeista on "paras". Käyrän BA pisteestä toiseen siirtyminen merkitsee aina toiselle hyötyä ja toiselle haittaa.

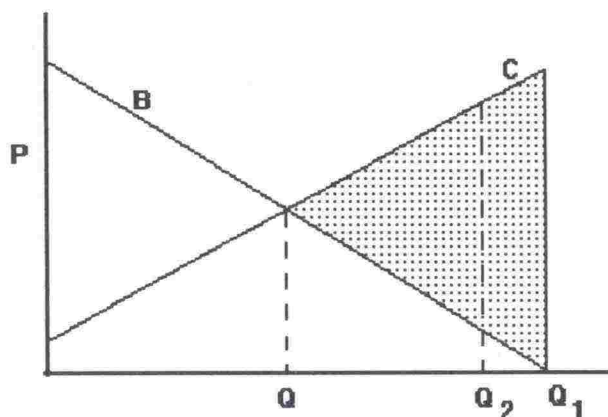
Käytännössä on harvoin sellaisia hankkeita, joiden toteuttamisesta kaikki mahdolliset osapuolet hyötyisivät tai säilyttäisivät hyvinvoinnin tasonsa ennallaan. Yleensä on sekä hyödyn- että haitansaaajia. Valintoja on tehtävä, vaikka teoreettiset perusteet "parhaiden" vaihtoehtojen osoittamiseksi jäisivät puutteellisiksi. Hyvinvointiteoriaankin turvautuminen vie pitemmälle, jos alkuperäistä paretolaista tulkintaa laajennetaan ns. **kompensaatioperiaatteella**. Tällöin selvitetään, kuinka paljon hyödynsaajat olisivat halukkaita korkeintaan maksamaan hankkeesta säilyttääkseen hyvinvointinsa ennallaan. Vastaavasti selvitetään, mihin hyvinvointinsa tason säilyttävään korvaussummaan haitan kohteeksi joutuvat tyytyisivät. Mikäli ensiksi mainittu summa ylittäisi jälkimmäisen, hanke olisi paretolaisessa mielessä edullinen. Tällöinhän kukaan ei kärsisi, ja hyödynsaajille jäisi kompensaation jälkeenkin vielä nettohyötyä.

Kompensaatioperiaatteen soveltaminen edellisen kuvion tapauksessa saattaisi merkitä sitä, että siirtyminen pisteestä P_0 pisteeseen P_3 tulee paretolaisen ajattelun mukaan edulliseksi. Näin käy, jos A on halukas maksamaan tällaisesta muutoksesta enemmän kuin B vaatii kompensationa (hyvinvoinnin tasonsa juuri ja juuri säilyttäen).

Kompensaatioperiaatteen sisältämä laajennus alkuperäiseen paretolaiseen tulkintaan nähden merkitsee sitä, että eri asiantiloja koskevat mieltymykset ilmaistaan **maksuhalukkuuksina** ja **hyväksymishalukkuuksina** (korvausvaatimuksina) rahamääräisesti. Mikäli

Maksuhalukkuudella on keskeinen merkitys Pareto-optimien hakemisessa ja kustannus-hyötyanalyysin perustana. Rajoituksena on kuitenkin otettava huomioon, että tämä käsite ei sellaisenaan ota huomioon rahan (tai tulon) rajahyötyä. Voidaan näet olettaa, että lisämarkasta on pienituloiselle suurempi hyöty kuin suurituloiselle.

Kompensaatioperiaatteen ja maksuhalukkuuksien hyödyntämistä hyvinvoinnin optimipisteeseen pyrittäessä havainnollistaa seuraava esimerkki. Tuotantolaitoksen saastepäästöjen määrän oletetaan riippuvan tuotannon määrästä eli näin ollen myös saastepäästöjen seurauksena lähiseudun asukkaille aiheutuvat haitat lisääntyvät tuotannon määrän kasvaessa. Kuviossa 6 suora B kuvaa yrityksen tuotannon määrän lisäämisestä saamaa nettohyötyä (rajatuottojen ja rajakustannusten erotus). Mikäli ulkoisia vaikutuksia, tässä tapauksessa lähiseudun ihmisille aiheutettua saastehaittaa, ei oteta huomioon, yrityksen on taloudellisesti järkevää lisätä tuotantoaan kunnes sen nettohyöty on nolla eli rajakustannukset ovat yhtä suuret kuin rajatuotto. Suora C puolestaan kuvaa asukkaiden päästöjen lisääntymisen myötä kokemaa hyvinvoinnin alentumista eli päästöjen negatiivista arvostusta (haittakustannusta). Suora C kuvaa siis myös asukkaiden maksuhalukkuutta haitan vähentämiseksi.



Kuvio 6: Kompensaatioperiaatteen käyttö hyvinvoinnin optimoinnissa.
Lähde: Mishan 1988.

Jos yritys päästöjen vähentämiseksi pienentäisi tuotantoaan tasolle Q2, se ei toimisi enää liiketaloudellisessa mielessä optimaalisesti ja sille aiheutuisi kustannus, joka olisi suoran B ja x-akselin välisen erotuksen suuruinen. Lähiseudun asukkaat olisivat kuitenkin halukkaita maksamaan tästä muutoksesta selvästi korkeamman hinnan (suora C) kuin mikä olisi yrityksen taloudellinen menetys. Näin ollen asukkaat voisivat

kompensoida yritykselle tuotannon supistamisesta aiheutuvan menetyksen ja koko yhteisön hyvinvointi paranisi. Vastaavasti voitaisiin jatkaa aina pisteeseen Q saakka, jossa asukkaiden maksuhalukkuus olisi yrityksen tuotantonsa edelleen pienentämiseksi vaativan korvaussumman suuruinen. Tuotannon määrällä Q yhteisön hyvinvointi olisi siis optimipisteessään. Kuviossa rasteroitu alue osoittaa yhteisön mahdollisen hyvinvoinnin parantamisen arvoa rahassa verrattuna tuotannon määrään Q1 (Mishan 1988).

Edellinen esimerkki havainnollistaa hyvin myös liiketaloudellisen ja yhteiskuntataloudellisen kannattavuuden eroa. Yhteiskunnan kokonaishyvinvoinnin kannalta on parempi, että yritys tuottaa määrän Q liiketaloudellisen kannattavuuskriteerin osoittaman määrän Q1 sijasta.

Edelleen on huomattava, että kompensatiokriteeriä sovellettaessa on kysymys potentiaalisesta Pareto-parannuksesta: yksilöiltä kysytään (asiaintilojen vertailun kautta), kuinka paljon he olisivat halukkaita maksamaan ja minkä korvaussumman he hyväksyisivät. Tämän hyvinvointiteoreettisen ajattelun mukaan kompensaaation ei siis tarvitsisi välttämättä toteutua. Tämä käy tietyllä tavalla yksiin sen alkuperäisenkin paretolaisen ajattelun kanssa, jonka mukaan yksilöiden välinen hyötyjen vertaaminen ei ole mahdollista: kompensatioperiaatteen hyväksyminen ei välttämättä vielä merkitse kannanottoa hyvinvoinnin jakautumisessa tapahtuviin muutoksiin tai eri päätösvaihtoehtojen keskinäiseen vertailuun jakaumavaikutusten suhteen.

Paretolaisen hyvinvointiteorian eräänlainen vajavaisuus on kuitenkin juuri siinä, että se ei hallitse (ei pyrikään hallitsemaan) vaikutusten jakautumisen ongelmia. Päätöksentekijälle se antaa joukon Pareto-optimeja, mutta ei osoita "parasta" vaihtoehtoa. Päätöksentekijän on kuitenkin valinnat suoritettava, jolloin tulee otettavaksi kantaa myös hankkeiden hyöty- ja haittavaikutusten jakautumiseen. Hyvinvointiteoreettinen ajattelu, tässä tapauksessa paretolainen kustannus-hyötyanalyysi vie näin ollen "vain" puolitiehen, mistä päätöksentekijät joutuvat jatkamaan tekemällä arvoarvostelmat jakaumavaikutusten suhteen.

3.4 Yksilöiden ja yhteiskunnan maksuhalukkuuksien erot (Pitkänen 1990)

Kustannus-hyötyanalyysin toteuttamisessa on käytössä ollut kaksi pääversiota, joista toinen perustuu yksilöiden (kuluttajien) **preferensseihin** ja toinen **päätöksentekijöiden (kollektiivisiin) arvostuksiin**. Näistä kahdesta lähestymistavasta jälkimmäinen on käytännössä ollut selvästi yleisempi. Sen perusteluna on käytetty olettamusta siitä, että päätöksentekijöiden arvostukset vastaavat läheisesti yksilöiden alkuperäisiä preferenssejä (maksuhalukkuuksia). Esimerkiksi eduskunta-

ja kunnallisvaalit ovat mekanismeja, joissa ehdokkaat kilpailevat keskenään paikoista ja samalla äänestäjistä. Onnistuessaan tällainen demokraattinen mekanismi huolehtii siitä, että yksilöiden (äänestäjien, kuluttajien) preferenssit toteutuvat. Varmistaakseen uudelleenvalintansa ao. päätöksentekijät joutuvat osoittamaan, että he ovat jatkossakin äänestäjien asialla.

Esimerkiksi valtuuston jäsenenä toimiva henkilö voi kuitenkin tuntea "sosiaalista vastuuta" ja toimia laajempien kriteerien mukaan kuin hänen äänestäjänsä edellyttäisivät ja eri tavoin kuin hän itsekkin yksilönä toimisi, ellei olisi valtuuston jäsen. Tämän vuoksi kollektiiviset preferenssit eivät välttämättä edusta tarkoin yhteiskunnan muodostavien yksilöiden arvostusten "summaa". Jos kustannus-hyötyanalyysin ymmärretään pohjautuvan maksuhalukkuuksiin, virkamiehet ja luottamushenkilöt ilmaisevat budjetin välityksellä ja veronmaksajien puolesta näiden halukkuuden maksaa erilaisista julkisista palveluista (hyödyistä). Päätöksentekijöiden ja kuluttajien arvostusten välillä voi eri syistä olla suuriakin eroja.

Useat tunnetut taloustieteilijät pitävät yhteiskunnan hyvinvoinnin ja samalla myös kustannus-hyötyanalyysin lähtökohtana kuluttajan suvereenisuuteen tukeutuvaa ajatusta, jonka mukaan yksilöiden preferenssien tulisi olla ratkaisevia. Näin ollen kompensatioperiaatteella täydennetty Pareto-optimalisuus näyttäisi olevan hyvinvointiteoriaan kiinteästi tukeutuva teoreettinen lähestymistapa kustannus-hyötyanalyysiin. Ekonomistit ovatkin pyrkineet löytämään keinoja yksilöiden preferenssien arvioimiseksi, jotta mahdollistettaisiin "välittömän demokratian" käyttöönotto eli kuluttajat voisivat kertoa näkemyksensä julkisten hyödykkeiden tarpeellisuuksista suoraan valtiovallan edustajille.

Periaatteellinen ero näiden kahden lähestymistavan välillä johtuu ensisijaisesti siitä, että päätöksentekijän arvostuksiin perustuva hyvinvoinnin optimointi huomioi myös hyötyjen ja haittojen jakautumisen eri osapuolille eikä pelkästään taloudellista tehokkuutta (yhteiskunnan kokonaishyödyt miinus yhteiskunnan kokonaiskustannukset).

Seuraavat luvut käsittelevät yksilöiden maksuhalukkuuden mittaamista. Yhteiskunnallista maksuhalukkuutta ei tarkemmin pohdiskella.

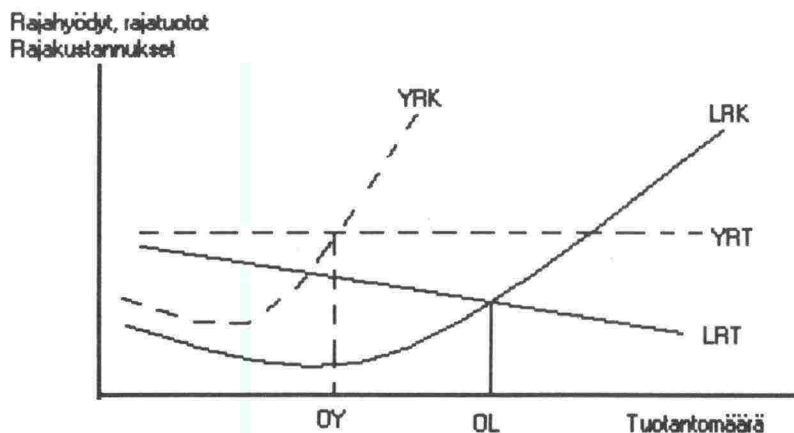
3.5 Liikennepalvelujen optimaalinen tuotantomäärä

Liiketaloustieteessä yrityksen optimaalinen eli edullisin tuotantomäärä määräytyy tuotannon rajakustannusten ja rajatuottojen käyrien leikkauspisteen mukaan. Rajakustannuksillahan tarkoitetaan yrityksen kustannusten kokonaismäärän kasvua tuotantomäärän kasvaessa yhdellä yksiköllä. Rajatuotoilla tarkoitetaan vastaavasti tuottojen kokonaismäärän kasvua tuotantomäärän kasvaessa yhdellä yksiköllä.

Kustannuksina ja tuottoina otetaan huomioon vain ao. yrityksen kustannukset ja tuotot.

Ulkoisten vaikutusten (ja kuluttajain ylijäämän) olemassaolo merkitsee sitä, että liiketaloudelliset ja yhteiskuntataloudelliset kustannukset (haitat) ja tuotot (hyödyt) poikkeavat toisistaan (Pitkänen 1990). Yhteiskuntataloudellisesti edullisin tuotantomäärä määräytyy kuitenkin edelleen toimintayksikön tai toiminnan tuotannon rajakustannusten ja rajatuottojen leikkauspisteen mukaan. Kustannuksiin on tässä tapauksessa kuitenkin sisällytettävä myös ulkoiset kustannukset (esim. päästökustannukset, melukustannukset jne.) ja tuottoihin mahdolliset ulkoiset hyödyt (esim. aikasäästöt).

Asiaa havainnollistaa seuraava esimerkkikuvio. Siinä yhteiskuntataloudellisten rajakustannusten käyrä (YRK) kulkee negatiivisten ulkoisten vaikutusten johdosta liiketaloudellisten rajakustannusten käyrän (LRK) yläpuolella. Vastaavasti yhteiskuntataloudellisten rajatuottojen käyrä (YRT) kulkee kuluttajain ylijäämän takia liiketaloudellisten rajatuottojen käyrän (LRT) yläpuolella. Yhteiskuntataloudellisesti edullisin tuotantomäärä (OY) on tässä esimerkissä pienempi kuin liiketaloudellisesti edullisin tuotantomäärä (OL) (Pitkänen 1990).



Kuvio 7: Liiketaloudellisesti ja yhteiskuntataloudellisesti edullisimman tuotantomäärän määräytyminen.

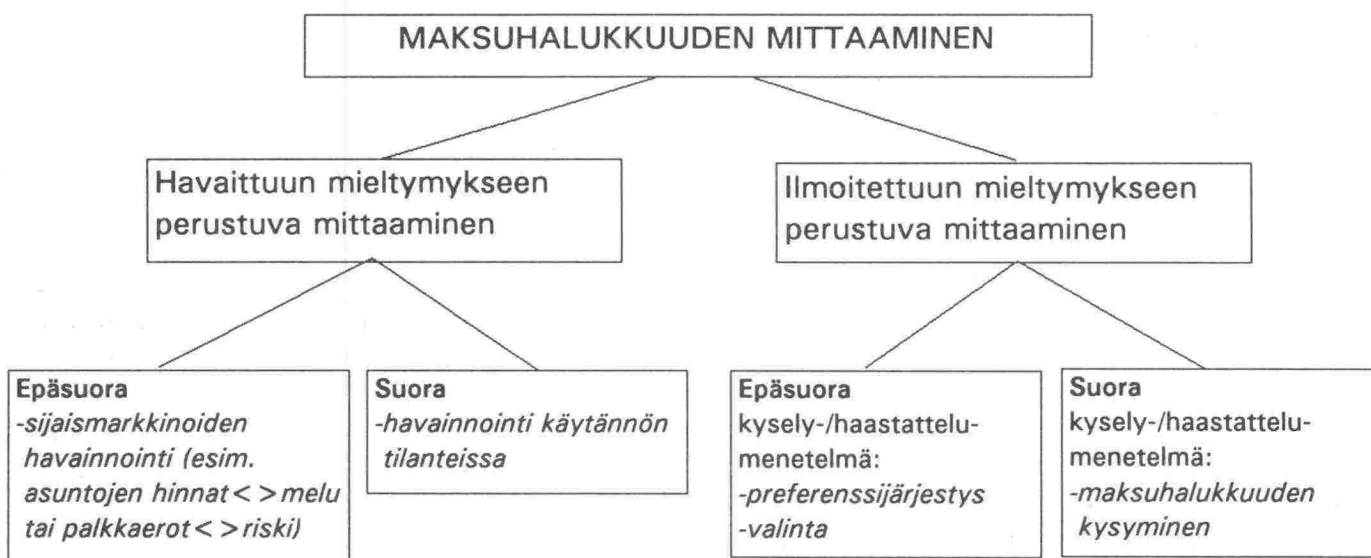
Lähde: Pitkänen 1990.

Kuvio soveltuu periaatteessa hyvin kuvaamaan tilannetta tieliikennepalvelujen tuottamisessa. Tieliikennepalvelujen kohdalla on ulkoisilla haittavaikutuksilla suuri merkitys. Samoin lienee myös kuluttajain ylijäämällä tieliikennepalvelujen kohdalla olennainen rooli.

4 MAKSUHALUKKUUDEN MITTAAMISMENETELMÄT

Yksilöiden maksuhalukkuuksien arvioimisessa on käytetty pääasiassa kahta lähestymistapaa. Perinteinen maksuhalukkuuksien mittaamiskeino perustuu yksilöiden **havaittuihin mieltymyksiin**. Niistä voidaan saada tietoa tarkkailemalla yksilöiden käyttäytymistä suoraan käytännön valintatilanteissa tai johtamalla arvostukset epäsuorasti tarkasteltavan ilmiön vaikutuksen kohteena olevien "sijaismarkkinoiden" (esim. asuntomarkkinoiden) muutoksista. Vaihtoehtoisesti yksilöiden maksuhalukkuudet voidaan mitata **ilmoitettuihin mieltymyksiin** perustuen. Mittaaminen voidaan tällöin suorittaa esittämällä haastateltavalle kuviteltuja tilanteita, jolloin hän ilmaisee mieltymyksensä valitsemalla vaihtoehtoista mielestään parhaan tai asettamalla ne paremmuusjärjestykseen. Erityisen mielenkiinnon kohteena on viime aikoina ollut menetelmä, jossa yksilöiltä kysytään suoraan heidän halukkuuttaan maksaa kuvitellun asiantilan toteutumisesta.

Seuraavassa kaaviossa on tyypitelty maksuhalukkuuden mittaamismenetelmät.



Tässä luvussa esitellään mittaamismenetelmät, tarkastellaan niiden eroja ja havainnollistetaan niiden käyttöä esimerkein. Tarkastelussa keskitytään ilmoitettuun mieltymykseen perustuviin menetelmiin, mutta myös havaittuun mieltymykseen perustuva mittaamista käsitellään lyhyesti.

4.1 Havaittuun mieltymykseen perustuva mittaaminen¹

Seuraavassa tarkastellaan yksilöiden havaittuun mieltymykseen perustuvia arvostusten "paljastus"-menetelmiä ja esitetään lyhyitä esimerkkejä niiden käytöstä. Havaittuun mieltymykseen perustuvat arviointimenetelmät voidaan jakaa edellä olevan kaavion mukaan suoriin ja epäsuoriin.

4.1.1 Suora havainnointi

Suoraan havainnointiin perustuva maksuhalukkuuden mittaaminen tapahtuu tarkastelemalla yksilöiden todellista käyttäytymistä eri tilanteissa ja mahdollisesti samalla kysymällä heidän mielipiteitään käytetyistä vaihtoehtoista. Esim. valittujen ja hylättyjen matkustusvaihtoehtojen vertailu paljastaa matkustajien mieltymykset. Käyttämällä tarkoitukseen soveltuvia tilastollisia menetelmiä, voidaan yksilöiden paljastamien mieltymysten perusteella johtaa heidän arvostuksensa tarkastelun kohteena olevan muuttujan (esim. aikasäästöt, turvallisuus) suhteen.

Menetelmän käytäntöön soveltamisesta voidaan esimerkkinä mainita jalankulkijoiden tarkkailu kadunylitystilanteessa, kun vaihtoehtoina ovat ajoradan ylitys samalla tasolla ajoneuvojen kanssa tai alikulkutunnelin käyttö (Persson 1984, ss. 58-60). Kadun ylittäminen ajoneuvoliikenteen kanssa samalla tasolla on lyhyempi ja nopeampi vaihtoehto kuin alikulkutunnelin käyttö, mutta sisältää suuremman onnettomuusriskin kuin alikulkuvaihtoehto. Jalankulkijan reittivalinta riippuu siis siitä, kuinka suuriksi hän arvostaa vaihtoehtojen haitat ja hyödyt. Tarkastelun kohteeksi saadaan siis jalankulkijoiden arvostukset onnettomuusriskin muutoksen ja aikasäästön suhteen.

Tällaisen havainnointitarkastelun perusteella eikuitenkaan voida arvioida yksilöiden markkamääräisiä arvostuksia onnettomuusriskin muuttumiselle ja saavutetulle aikasäästölle (tai ajan menetykselle), jos tarkkailtavien henkilöiden absoluuttisia arvostuksia kummankaan tekijän suhteen ei tiedetä. Sen sijaan voidaan määritellä onnettomuusriskin ja aikasäästöjen välinen hyötysuhde jalankulkijoille, jos tarkasteluun otetaan mukaan eri pituisia alikulkukäytäviä. Näin saadaan arvioitua onnettomuusriskistä riippuva alikulkutunnelin maksimipituus (kävelyaika), minkä perusteella alikäytävät voidaan suunnitella rakennettaviksi sinne, missä niitä jalankulkijoiden mielestä eniten tarvitaan. Ilman havainnointitarkastelua virheitä suunnittelussa aiheuttaa mm. subjektiivisen (jalankulkijan kokeman) ja objektiivisen (tilastojen osoittaman) riskitason ero.

Edellä esitetyn esimerkin mukainen tarkkailutilanne on varsin hyvin toimiva, koska jokainen yksilö voi tehdä valinnan omakohtaisesti ja se vai-

¹ Englanninkielisessä kirjallisuudessa käytetään mm. termejä Observed Behavior-based Methods ja Revealed Preference Methods.

kuttaa lähinnä vain hänen omaan turvallisuuteensa. Voidaan siis sanoa, että on olemassa toimivat "markkinat", joilla ihmiset voivat vaihtaa aikaa ja onnettomuusriskiä keskenään. Tilanne muuttuu ongelmallisemmaksi kun tarkastellaan hyödykkeitä, jotka ovat ns. yhteishyödykkeitä. Yhteishyödykkeellä ei yleensä ole olemassa toimivia markkinoita, joilla sitä voitaisiin ostaa ja myydä vapaasti. Lisäksi yhteishyödykettä ei yleensä voi hankkia yksityisomistukseen, vaan jos hyödykettä "tarjotaan" koituu siitä hyötyä (tai haittaa) kaikille yhteisön jäsenille. Tyypillisiä yhteishyödykkeitä liikenteestä puhuttaessa ovat pakokaasu- ja melupäästöjen vähentäminen.

Metsä- ja vesialueiden virkistyskäyttöarvojen estimoinnissa on käytetty ns. matkakustannusmenetelmää. Menetelmä perustuu suoraan havainnointiin siitä, kuinka paljon rahaa ja aikaa ihmiset ovat käyttäneet päästäkseen hyödyntämään tiettyjä alueita (esim. luonnonpuistoja) virkistystarkoituksessa. Hyötyarvo muodostuu tällöin matkan aiheuttamista kustannuksista (polttoaine, junalippu tms.), mahdollisesta pääsymaksusta sekä matkalla ja paikan päällä kulutetun ajan arvosta. (OECD 1989)

Yhteishyödykkeiden arvottaminen voi tapahtua myös tarkkailemalla yksilöiden käyttäytymistä mahdollisissa kansanäänestyksissä, simuloiduilla markkinoilla tai vastaavilla yksityisillä markkinoilla, mikäli sellaiset ovat olemassa (Mitchell & Carson 1989). Ongelmana on kuitenkin se, että kyseisiä havainnointitilanteita on käytettävissä erittäin harvoin. Lisäksi kaikki em. tilanteet voidaan esittää kuviteltuina, minkä vuoksi todellisten havainnointitilanteiden käyttö on jäänytkin erittäin vähäiseksi.

Vaikka suorat havainnointimenetelmät ovat hyviä apuvälineitä liikennepalveluiden kysyntää arvioitaessa, liittyy niihin useita heikkouksia. Epäkohdista merkittävimpiä on se, että menetelmää käytettäessä muuttujien arvoja ei voida yleensä vaihdella riittävästi, jotta saataisiin tutkittua kaikkien kiinnostuksen kohteena olevien muuttujien vaikutukset.

4.1.2 Epäsuora havainnointi

Epäsuorista havainnointimenetelmistä käytetyimpiä on ollut arvotettavien tekijöiden vaikutuksen kohteena olevilla markkinoilla havaittu hintojen vaihtelun analysointi. Suurimman mielenkiinnon kohteena ovat olleet asunto- ja kiinteistömarkkinat.

Ympäristön laadun muutoksia on pyritty arvottamaan epäsuorasti asuntojen hintoihin perustuvilla malleilla, koska ympäristötekijöillä katsotaan olevan vaikutusta asuntojen hintoihin. Tietoja samantyyppisiltä asuinalueilta on käsitelty tilastollisilla menetelmillä, joiden avulla on pyritty selvittämään ympäristötekijöiden osuus asuntojen hintaeroista sekä johtamaan ihmisten maksuhalukkuus ympäristön laadun parantamiseksi (OECD 1989). Menetelmän heikkoutena on se, että monimuuttuja-ana-

lyysissä useat muuttajat korreloivat voimakkaasti keskenään. Lisäksi on oletettu, että muuttaminen on vapaata, hinnat määräytyvät markkinoilla vapaasti eikä muuttamisesta aiheudu merkittäviä kustannuksia. Menetelmän käytön kannalta ongelmallista on, että asuntojen kierto on suhteellisen hidasta ja vertailuun soveltuvia asuinalueita on erittäin vaikea löytää (Mitchell & Carson 1989). Kuitenkin on ilmeistä, että ympäristösaasteiden kuten ilmansaasteiden ja melun määrällä on merkittävä vaikutus asuntojen hintoihin. Menetelmällä saatujen arvojen luotettavuus on osoittautunut melko kiistanalaiseksi ja niiden perusteella voidaan osoittaa ainoastaan vaikutusten suuruusluokka. (OECD 1989)

Eräissä tutkimuksissa on eri ammattien sisältämän riskin ja palkkaerojen avulla pyritty selvittämään ihmishengen arvoa. Näin johdettujen elämänarvoestimaattien luotettavuus on osoittautunut kyseenalaiseksi. Tähän vaikuttaa keskeisesti se, että työmarkkinoilla siirtyminen täysin toisenlaisiin työtehtäviin on käytännössä rajoitettua (esim. koulutuksellisista syistä), joten on epäselvää mikä osa palkkaeroista selittyy työn vaarallisuuden erolla. Huomionarvoista on myös, että palkat määräytyvät pitkälti kollektiivisten sopimusten mukaan.

4.2 Ilmoitettuun mieltymykseen perustuva mittaaminen²

Yksilöiden ilmoitettuun mieltymykseen perustuvat mittaamismenetelmät voidaan jakaa epäsuoriin ja suoriin tiedon arviointitavasta riippuen. Molemmat perustuvat kuviteltujen asiatiilojen muutosten esittämiseen ihmisille, minkä jälkeen heitä pyydetään ilmoittamaan mieltymyksensä niiden suhteen. Epäsuoraa menetelmää käytettäessä vastaajia pyydetään asettamaan heille esitetyt vaihtoehdot paremmuusjärjestykseen tai valitsemaan paras muutamasta mahdollisesta vaihtoehdosta, minkä perusteella voidaan arvioida heidän hyötyfunktionsa. Suoraa menetelmää käytettäessä haastateltavia pyydetään ilmoittamaan mieltymyksensä suoraan rahamääräisenä (maksuhalukkuuksina).

Koska menetelmät perustuvat ihmisten haastattelussa tai postikyselyssä ilmoittamaan käyttäytymiseen hypoteettisilla eli kuvitelluilla markkinoilla, kutsutaan niitä jatkossa yksinkertaisuuden vuoksi kyselymenetelmiksi.

4.2.1 Epäsuora kyselymenetelmä

Epäsuorat kyselymenetelmät kehittyivät alunperin markkinatutkimuksessa 1970-luvun alussa ja niiden käyttö on yleistynyt voimakkaasti vuoden 1978 jälkeen. Liikenteen suunnittelussa ne ovat saaneet osakseen lisääntyvää huomiota erityisesti Iso-Britanniassa vuodesta 1979 alkaen.

² Englanninkielisessä kirjallisuudessa käytetään mm. termejä Hypothetical Behavior-based Methods ja Stated Preference Methods.

Epäsuorat kyselymenetelmät ovat tekniikoita, jotka perustuvat vastaajien yksilöllisiin mielipiteisiin eri vaihtoehtojen heille aiheuttamista hyödyistä, ja niitä voidaan soveltaa esim. tiettyjen liikennepalveluiden hyötyjen ja haittojen arvioimiseen. Menetelmien käyttö edellyttää kuviteltujen tilanteiden ja niihin liittyvien kysymysten suunnittelua erikseen kutakin tarkoitusta varten.

Kyselymenetelmien suurin etu havainnointimenetelmiin verrattuna on se, että niiden avulla voidaan kysyä vastaajien mielipiteitä kuvitelluista tilanteista, jotka tutkija voi itse määritellä tutkimuksen tarkoituksen mukaan. Menetelmä antaa mahdollisuuden vaihdella muuttujien arvoja ja selvittää useiden vaikuttavien tekijöiden merkitys saman tutkimuksen yhteydessä. Menetelmien merkittävin epäkohta on, että ihmiset eivät välttämättä käytännössä käyttäydy niin kuin he kuvitellussa tilanteessa kertovat tekevänsä. Tästä aiheutuva virhe voidaan kuitenkin havaita esimerkiksi siten, että analysoidaan kysymällä saatua tietoa yhdessä havaitun käyttäytymisen antaman tiedon kanssa. (Kroes & Sheldon 1988, pp. 11-25)

Kyselymenetelmällä saatuja tuloksia on tulkittava erittäin huolellisesti, mikäli niiden avulla pyritään selvittämään muuttujien absoluuttisia arvoja. Markkinatutkimuksista saadut kokemukset osoittavat, että länsimaissa ihmisillä on taipumus liioitella vastauksiaan koetilanteissa. Vastaavia havaintoja on tehty myös liikennesektorilla, kun ihmisten ilmoittamia aikomuksia on verrattu toteutuneeseen käyttäytymiseen. Kuitenkin on huomattava, että menetelmiä on sovellettu liikennesektorilla lähinnä hyötyjen suhteellisia painoarvoja määriteltäessä, jolloin mahdolliset yli- tai aliarvioinnit eivät vaikuta lopputulokseen. (Kroes & Sheldon 1988)

Ensimmäinen vaihe epäsuoran kyselytutkimuksen suunnittelussa on tarvittavien muuttujien (esim. onnettomuusriski) ja niiden arvojen (esim. riskin muutoksen suuruus) määrittely kysymystenasettelua varten. Koska epäsuoralla kyselymenetelmällä saaduista vastauksista ei suoraan ilmene haastateltavan enimmäismaksuhalukkuus, joudutaan vastausaineistoa käsittelemään ekonometrisillä malleilla. Mallia varten tutkija joutuu tekemään oletuksia esim. hyötyfunktion muodosta.

Toinen vaihe tutkimuksen suunnittelussa on muuttujien arvojen arviointitavan ja mitta-asteikon valinta. Perinteisiä kyselymenetelmiä käytettäessä vastaajille annetaan kuvaukset vaihtoehdoista ja heitä pyydetään ilmaisemaan mieltymyksensä asettamalla ne paremmuusjärjestykseen tai antamalla kullekin vaihtoehdolle luokitusarvo. Myöhemmin kehitetyissä kokeiluissa vastaajille on esitetty muutama vaihtoehtoyhdistelmä (yleensä kahdesta viiteen), joista heitä on pyydetty valitsemaan paras vaihtoehto tai antamaan kunkin vaihtoehdon valintatodennäköisyys.

Kun tekijöiden lukumäärä ja niiden tasot ovat tiedossa ja hyötyfunktion muoto ja käytettävä arviointitapa (paremmuusjärjestys tai valinta) on

tarkennettu, on tutkimuksen suunnittelu pääpiirteittäin selvä. Tässä vaiheessa on oleellista määritellä kaikki käytettävät muuttujien arvojen yhdistelmät siten, että muuttujat eivät korreloi eri vaihtoehtoissa. Siten vaihtoehtojen kokonaismäärä voidaan ilmaista muuttujien ja niiden arvojen määrän funktiona. Suunnittelussa on otettava huomioon, että vastaajat pystyvät arvioimaan vain kohtuullisen määrän vaihtoehtoja kerrallaan (yleensä 9-16).

Tavallisesti vaihtoehdot esitellään haastateltaville vaihtoehtokorteilla. **Paremuusjärjestykseen perustuvassa arviointitavassa** vastaajaa pyydetään arvioimaan esim. 8 tai 9 korttia, jotka kuvaavat vaihtoehtoja muuttujien eri tasoilla. Yksinkertainen esimerkki on linja-autopalvelu, jossa oletetaan olevan vain kolme muuttujaa, jotka saavat arvoja kahdella tasolla. Seuraavassa on esitetty esimerkinomaisesti mahdollisia vaihtoehtoja:

	<i>Vaihtoehtokortti 1</i>	<i>Vaihtoehtokortti 2</i>	<i>Vaihtoehtokortti 3</i>
<i>Muuttuja 1</i>	30 minuutin matka-aika	40 minuutin matka-aika	30 minuutin matka-aika
<i>Muuttuja 2</i>	ei istumapaikkoja	istumapaikkoja on	istumapaikkoja on
<i>Muuttuja 3</i>	4 markan maksu	4 markan maksu	6 markan maksu

Valintaan perustuvassa arvioinnissa vaihtoehdoista muodostetaan korteille ryhmiä, joista haastateltavan tulee valita mieluisin vaihtoehto. Haastateltavalle esitetään useita kortteja, joissa vaihtoehtoja muunnellaan muuttujien arvoja vaihtelemalla ja häntä pyydetään arvioimaan mieluisin vaihtoehto kustakin vaihtoehtoryhmästä (-kortista). Taulukossa 1 on esimerkki, jossa vastaaja joutuu valitsemaan mahdollisten matkustustapojen kesken, kun hänelle esitetään kolme vaihtoehtoparia.

Vaihtoehtoparit	Lautta			Lentokone		
	Hinta	Kesto	Kulkutiheys	Hinta	Kesto	Kulkutiheys
1	200 mk	3 h	2h:n välein	400 mk	1 h	1h:n välein
2	200 mk	3 h	1h:n välein	400 mk	45 min	30 min välein
3	200 mk	2 h	2h:n välein	300 mk	45 min	30 min välein

Taulukko 1: Esimerkki kahdesta mahdollisesta kulkutavasta ja niihin liittyvistä vaihtoehtopareista.

Lähde: Kroes & Sheldon 1988.

Yleensä osa tiedoista on painettu kortteihin valmiiksi ja osan haastattelija täyttää vastaajan kokemusten mukaisesti (esim. maksetun lipun hinta), jotta tutkimukseen saadaan vastaajan näkökulma.

4.2.2 Suora kyselymenetelmä

1980-luvulla on tutkijoiden luottamus kyselymenetelmään lisääntynyt siinä määrin, että sitä on käytetty laajamittaisissa tutkimuksissa yksilöiden absoluuttisten maksuhalukkuuksien mittaamiseen. Menetelmässä muodostetaan hypoteettiset markkinat, joilla haastateltavat voivat ostaa ja myydä hyödykkeitä, joille ei ole olemassa normaaleja markkinoita.

Liikennesektorilla menetelmää on kehitetty pisimmälle onnettomuusriskin muutosten ja niistä johdetun elämän arvon estimoinnissa (esim. Jones-Lee et al. 1987, Persson 1991). Absoluuttisten maksuhalukkuuksien mittaaminen edellyttää erityisen huomion kiinnittämistä kyselyn tekniiseen suorittamiseen, ja erityisesti vastausten johdonmukaisuuden ja luotettavuuden selvittämiseen. Tämän vuoksi kyselylomakkeet on jouduttu laatimaan erittäin monimutkaisiksi ja niiden täyttäminen edellyttää lähes välttämättä asiasta perillä olevan haastattelijan henkilökohtaista kontaktia haastateltaviin.

Suoraan kyselyyn/haastatteluun perustuvassa menetelmässä haastateltaville esitetään kysymyksiä, joissa tiedustellaan heidän maksuhalukkuuttaan asiantilojen kuvitelluista parannuksista tai hyväksymishalukkuuttaan (vaadittavaa korvausta) niiden huononemisesta. Menetelmällä pyritään siis selvittämään eri tekijöiden, esim. onnettomuusriskin muutosten absoluuttisia arvoja vastaajien mielipiteisiin perustuen.

Vastaajille esitetään lukuisia kysymyksiä (esim. Jones-Lee et al. 1987, 37 kysymystä), jotka voivat olla moniosaisia. Arvotuskysymyksiä voidaan helposti esittää muunneltuina (esim. eri riskitasoilla ja muutosten suuruuksilla), jolloin vastauksiin saadaan enemmän luotettavuutta. Lisäksi voidaan esittää kysymyksiä, joiden avulla selvitetään vastaajien yleinen arviointikyky ja johdonmukaisuus sekä tarvittavat taustatiedot. Saadut tiedot käsitellään sopivilla tilastollisilla menetelmillä, jolloin saadaan selville taustatekijöiden (esim. sosiaaliluokan, vastaajan iän) vaikutus annettuihin vastauksiin. Menetelmän eduksi voidaan katsoa myös se, että kysymysten määrä ei ole yhtä rajoitettu kuin esitettäessä monimutkaisia muuttujakombinaatioita korteilla, joten tarkastelun kohteeksi otettavien tekijöiden määrä voi olla melko suurikin.

Tätä menetelmää on liikennesektorilla käytetty suhteellisen vähän ja siihen perustuvat tutkimukset ovat toistaiseksi keskittyneet lähinnä ihmishengen arvon määrittämiseen.

Kysymyksenasettelun suunnittelu

Suorat kyselymenetelmät vaativat yleensä kuvitellun hyödykkeen ja markkinoiden yksityiskohtaista kuvaamista haastateltavalle. Oleellista kuvaamisessa on, että **vastaaja ymmärtää täysin millaisesta hyödyk-**

keestä hän on maksamassa sekä mitä velvollisuuksia ja oikeuksia hyödykkeen hankinta hänelle aiheuttaa.

Mitchellin ja Carsonin mukaan kyselytutkimuksen kuviteltu tilanne on pystyttävä esittämään siten, että se määrittelee ja kertoo vastaajalle seuraavaa (Mitchell & Carson 1989, pp. 50-52):

1. *Lähtötilanteen kuvaus.* Kuvataan tietyn hyödykkeen käyttöoikeus nykytilanteessa ja määritellään vastaajalle, kuinka hänen tulisi huomioida käytettävissä olevat tulot.
 - A. *Käyttöoikeus.* Haastateltavalle on selvitettävä, mitä hyötyä hänelle on kyseisen hyödykkeen hankinnasta ja mikä on hyödykkeen todennäköinen käyttöikä (esim. turvallisuutta parantava lisävaruste autossa). Julkisin varoin ylläpidettyjen hyödykkeiden (esim. ilman laatu) kohdalla vastaajien tulee ymmärtää, että he maksavat (esim. veroina) jatkuvasti myös tämänhetkisen tarjonnan tasosta. Tilannekuvauksen tulee myös selvästi osoittaa, ovatko arvioinnin kohteena olevat muutokset parannuksia tämänhetkiseen tilanteeseen vai potentiaalista heikentymistä esim. riittävien maksujen puuttuessa.
 - B. *Maksukyky.* Vastaajien tulisi ottaa huomioon maksukykynsä ilmaistessaan maksuhalukkuuttaan. Jos tarkastelun perusyksikkönä on kotitalous, pyydetään vastaajaa huomioimaan kotitalouden käytettävissä olevat tulot eikä ainoastaan hänen omia tulojaan.
2. *Hyödykkeen kuvaus.* Arvioinnin kohteena oleva hyödyke ja sen muutokset tulee kuvata yksityiskohtaisesti. Muutos kuvataan yleensä tietyn hyödykkeen määrän tai laadun muutoksena, mutta kysymykseen saattaa tulla myös hyvin määritelty julkinen toimenpide-ehdotus aiottuine päämäärineen ja onnistumistodennäköisyyksineen. Vastaaja ei saa epähuomiossa luulla, että arvotettavaan muutokseen sisältyy myös joitain muita läheisesti siihen liittyviä parannuksia. Jos esimerkiksi ihmisiltä halutaan kysyä heidän arvostustaan näkyvyyden parantumisesta saasteita vähentämällä, on tärkeää varmistua, että he eivät sisällytä terveysvaikutuksiin liittyvää parannusta summaan, jonka he olisivat näkyvyyden parantumisesta valmiita maksamaan. Kääntäen voidaan siis todeta, että mikäli halutaan arvottaa useita yhteishyödykkeitä yhdessä, kuten esimerkiksi ilmansaasteiden rajoittamisen aiheuttamaa näkyvyyden parantumista ja terveyshaittojen vähentymistä, on se myös tehtävä selväksi haastateltavalle.

3. *Mahdolliset vaikutukset muiden hyödykkeiden hintoihin.* Mikäli tarkasteltavan hyödykkeen muutoksella on merkittävää vaikutusta muiden hyödykkeiden hintoihin, pitäisi niistä informoida haastateltavaa. Yleensä näiden ns. tasapainovaikutusten on oletettu olevan vähämerkityksisiä. Jos kuitenkin vaikkapa vesistöjen päästörajoituksilla on vaikutusta muiden hyödykkeiden hintoihin ja suhteelliset hinnanmuutokset ovat suuria, on siitä kerrottava vastaajalle, jotta hän voi huomioida sen vaikutukset kulutusmahdollisuuksiinsa.
4. *Hyödykkeen hankinta- ja maksuehdot.* Tilannekuvauksesta tulee tarkoin selvittää milloin ja kuinka kauan hyödyke on käytettävissä, mikäli se ei ole aivan ilmeistä. Vastaajan tulee myös ymmärtää vaadittavien maksujen tiheys (esimerkiksi kuukausi, vuosi tai per matka) ja se, vaaditaanko pidemmän ajan jälkeen lisämaksuja saavutetun määrän tai laadun muutoksen ylläpitämiseksi. Heidän tulee myös tietää keillä kaikilla on oikeus hyödykkeeseen ja kuka muu maksaa siitä, mikäli se tarjotaan.
5. *Maksuhalukkuusarvion toivottu luonne.* Tilannekuvauksen suunnittelulla tulisi varmistaa, että vastaajat ilmaisisivat myös heidän kuluttajain ylijäämänsä, eivätkä esimerkiksi arvoa, joka olisi heidän mielestään "reilu hinta" hyödykkeestä.

Tämä luettelo hypoteettisten markkinoiden ja hyödykkeiden kuvaamiselle asetetuista vaatimuksista osoittaa, että suoran kyselytutkimuksen onnistumisessa suunnitteluun ja testaukseen panostuksella on aivan keskeinen rooli.

Kysymysten esittämistavat

Maksuhalukkuuden suorassa mittauksessa käytetyt menetelmät perustuvat haastateltavalle esitettävään kuviteltuun markkinatilanteeseen, jossa hänen on mahdollista hankkia itselleen hyödykkeitä, joita ei normaalisti ole tarjolla, ja joilla ei ole markkinamekanismin määräämää ostoa- ja myyntihintaa (esim. liikenneturvallisuus, saasteettomampi ilma). Riippuen mitattavan hyödyn luonteesta ja selkeydestä on mittaamiseen käytetty seuraavassa taulukossa 2 esitettyjä kyselymenetelmiä.

	Enimmäismaksuhalukkuuden osoitus	Diskreetti maksuhalukkuuden osoitus
Yksi kysymys	Avoin kysymys (haastateltava voi ilmoittaa minkä arvon tahansa)	Diskreetti valinta (vain yksi arvo, "ota-tai-jätä")
Toistettu kysymys	Tarjouspeli (huutokauppa)	Diskreetti valinta + seurantakysymys

Taulukko 2: Maksuhalukkuuden arviointitavat suorassa kyselymenetelmässä.

Lähde: Mitchell & Carson 1989.

Maksuhalukkuuden arviointitavat voidaan siis luokitella kahden ominaisuuden mukaan: 1) saadaanko menetelmällä arvioitua suoraan kuinka paljon yksilö on enintään halukas maksamaan ja 2) käytetäänkö vain yhtä kysymystä vai etsitäänkö tarkempaa arvoa iteroimalla.

Seuraavaksi esitellään kunkin neljän arviointimenetelmän ominaisuuksia.

Tarjouspeli

Tarjouspeli on vanhin ja aivan viime aikoihin saakka laajimmin maksuhalukkuuksien arvioinnissa käytetty menetelmä. Menetelmässä simuloidaan ihmisille reaali maailmasta tuttua huutokauppaa. Haastateltavalle esitetään lähtöarvo, jonka hän joko hyväksyy tai hylkää. Tämän jälkeen esitetään uusi summa, joka on joko suurempi tai pienempi kuin aloitusarvo, riippuen siitä hyväksyikö vai hylkäsikö haastateltava ensimmäisen arvon. Näin jatketaan toistaen kysymystä eri luvuilla kunnes päästään tutkimuksen kannalta riittävän tarkkaan maksuhalukkuuden maksimi arvoon. Menetelmällä voidaan siis suoraan arvioida rahamäärä, jonka haastateltava olisi enimmillään valmis maksamaan ennemmin kuin olisi ilman hyödykettä.

Toistavan kysymysmenettelyn etuna on, että se pakottaa haastateltavan miettimään perusteellisesti kantansa asiaan. Toisaalta kysymyksen toistaminen saattaa aiheuttaa ns. mukautumisvääristymää yksilön arvostukseen, koska hän saattaa tuntea itseään painostettavan ja ilmaista todellista suurempaa maksuhalukkuutta.

Menetelmän heikkoutena on se, että aloitustarjouksen suuruus vaikuttaa yleensä maksuhalukkuuteen. Tehdyt tutkimukset ovat osoittaneet, että vaikka haastateltava hylkäisi ensimmäiseksi tarjotun hinnan, niin selvästi hänen "todellista" maksuhalukkuuttaan korkeampi aloitusarvo vaikuttaa "paljastettuun" maksuhalukkuuteen nostavasti (ns. aloituspistevääristymä). Vastaavasti liian alhainen aloitusarvo vääristää tuloksia todellista pienemmiksi. (Mitchell & Carson 1989)

Avoim kysymys

Maksuhalukkuuden kysyminen haastateltavalta suoraan avoimena kysymyksenä on hyvinvointiteoriaan selkeästi tukeutuva menetelmä. Menetelmä soveltuu parhaiten sellaisten hyödykkeiden arvottamiseen, jotka ovat haastateltaville suhteellisen tuttuja ja helposti mielletävissä. Haastateltavalle esitellään uusi hyödyke tai olemassa olevan hyödykkeen määrän (tai laadun) muutos, ja häneltä kysytään kuinka paljon hän enimmillään olisi valmis maksamaan, jotta saisi ko. hyödykkeen käyttöönsä (tai muutoksen sen määrässä tai laadussa). Maksuhalukkuudekseen haastateltava voi ilmoittaa minkä tahansa mieleisensä summan. Avoim kysymys vaatii haastateltavalta hyvää harkintakykyä ja vaikeissa kysymyksissä voidaan odottaa "ei osaa sanoa" -vastausten määrän olevan suuri.

Paremmen vastausprosentin saavuttamiseksi on menetelmän apuna käytetty ns. maksukorttia, joka antaa haastateltavalle visuaalista apua päätöksentekotilanteeseen, mutta säilyttää edelleen avoimen kysymyksen teoreettiset edut. Maksukortissa haastateltavalle esitetään markkamääriä nollasta riittävän suureen summaan, ja häntä pyydetään merkitsemään summa, jonka enimmillään olisi valmis maksamaan. Maksukorttia käytettäessä ilmenee vähemmän vastausten "ankkuroitumista", joka on tyypillistä mm. tarjouspelimenetelmää käytettäessä, mutta toisaalta maksukortti saattaa aiheuttaa ns. vaihteluvälivääristymää.

Avoimen arvotuskysymyksen käyttäminen on tutkijoiden keskuudessa diskreettiä valintaa suositumpaa, mikäli kysyttävä asia on niin selkeä, että haastateltavan uskotaan pystyvän suoraan ilmaisemaan enimmäismaksuhalukkuutensa. Menetelmä tuottaa riittävästi tietoa haastateltavan arvostuksesta hyötyä kohtaa, mikä mahdollistaa analysoinnin suhteellisen yksinkertaisilla tilastollisilla menetelmillä. (Mitchell & Carson 1989)

Diskreetti valinta (Ota-tai-jätä -menetelmä)

Diskreettiä valintaa käytettäessä haastateltaville esitetään useita arvoja, joiden oletetaan vastaavan yksilöiden maksuhalukkuuksia. Järkevät hintatasot on selvitettävä esitutkimuksella, jotta vastauksiin saataisiin riittävä hajonta. Hyödykettä tarjotaan eri hinnoilla satunnaisesti valituille, samantyyppisille aliotoksille ja haastateltavilta kysytään, olisivatko he valmiita maksamaan esitetyn hinnan. Näin saadaan selville, kuinka suuri osa vastanneista hyväksyisi ja hylkäisi tarjotun hyödykkeen tietyllä hinnalla. Menetelmä on yksinkertaistettu versio tarjouspelistä, mutta siihen ei sisälly haastateltavaa painostavaa toistoprosessia. Menetelmä soveltuu hyvin postikyselynä tai mikäli kysymystä ei tarvitse havainnollistaa visuaalisesti, jopa puhelinhaastatteluna toteutettuun tutkimukseen. Ota-tai-jätä -menetelmän etuihin voidaan lukea myös se, että tulosten strateginen vääristäminen vastausta liioittelemalla on lähes mahdotonta.

Diskreetin kysymyksen käyttöä puoltaa myös se, että yksilö joutuu normaalissa ostotilanteessa tekemään samantyyppisen päätöksen. Näin ollen haastateltavien on helpompi antaa vastauksia arvotuskysymyksiin, joihin suoran rahamäärän ilmaiseminen saattaisi olla erittäin vaikeaa.

Diskreetillä menetelmällä on kuitenkin myös useita heikkouksia. Diskreetin valinnan käyttö vaatii suhteellisen suuren otoksen, koska se ei tuota enimmäismaksuhalukkuusestimaatteja vaan ainoastaan joukon diskreettejä ilmaisia maksuhalukkuudesta. Jotta jakaumille saataisiin tilastollista uskottavuutta, tulee jokainen diskreetti "tarjous" esittää riittävän suurelle aliotokselle. Menetelmää käytettäessä tuloksia saattaa vääristää ihmisten taipumus antaa myöntävä vastaus, mikä on verrattavissa tarjouspelille tyypilliseen aloitustasovääristymään, mutta diskreetissä menetelmässä siihen on vaikeampi varautua. Menetelmää käytettäessä joudutaan nojautumaan maksuhalukkuuksien oletettuun jakaumaan, jotta keskimääräiset arvot voidaan laskea ekonometristen mallien avulla. (Mitchell & Carson 1989)

Diskreetti valinta + seurantakysymys

Neljäs kysymysmenetelmä on lisäkysymyksellä tehostettu diskreetti kysymys. Haastateltavalle tarjotaan suurempaa tai pienempää arvoa riippuen siitä hyväksyykö vai hylkääkö hän ensin esitetyn arvon, jotta saataisiin suurempi määrä havaintoja kasvattamatta otoksen kokoa. Vaikka menetelmällä saavutetaan tehokkuusetuja yhden tarjouksen esittämiseen verrattuna, ei se tarjoa ratkaisuja diskreetille tarjoukselle tyypillisiin ongelmiin. Menetelmässä suositellaan käytettäväksi yhtä tai enintään kahta seurantakysymystä, jotta tarjottujen arvojen erot saataisiin riittävä suuriksi. Myös avoimen seurantakysymyksen käyttö saattaa joissakin tapauksissa olla tarkoituksenmukaista.

Mahdolliset vääristymien aiheuttajat

Suora kyselymenetelmä on herkkä useille erityyppisille vääristymille, koska se on tarkoitettu hypoteettisten hyödykkeiden etukäteisarviointiin.

Potentiaaliset vastausten vääristymissyyt voidaan jakaa kolmeen pääryhmään (Mitchell & Carson 1989):

1. Vastauksen tarkoituksellinen vääristäminen

Vastaaja ilmoittaa todellisesta maksuhalukkuudestaan poikkeavan luvun, koska hän uskoo siten voivansa vaikuttaa mahdollisen hyödykkeen tarjonnan määrään ja/tai hänen oman maksuosuutensa suuruuteen (free-rider -ongelma). Vastaaja saattaa myös antaa arvon, jonka hän uskoo vastaavan tutkimuksen toimeksiantajan (tai kuvitellun sellaisen) tai haastattelijan odotuk-

sia, tai hän uskoo haastattelijan arvostavan häntä ko. vastauksen vuoksi.

2. Tilannekuvaukseen sisältyvä vihjaus "oikeasta" arvosta

Vastaajat uskovat hypoteettisista markkinoista annetun perustiedon sisältävän tietoa hyödykkeen "oikeasta" arvosta. Tämä vääristymä saattaa johtua esim. tarjouspelissä käytetystä ensimmäisestä summasta (aloituspistevääristymä) tai avoimen kysymyksen apuna käytetystä maksukortista (vaihteluväli-vääristymä).

3. Tilannekuvauksen virheellisyys

Tähän kategoriaan kuuluvat vääristymät johtuvat siitä, että haastateltavat eivät ymmärrä tilannetta tutkijan tarkoittamalla tavalla. Syynä tähän saattaa olla joko tutkijan talousteoreettisilta perusteiltaan virheellinen tilannekuvaus tai haastateltavan väärinkäsitys. Näistä haastateltavan väärinkäsitykset ovat selvästi suurempi ongelma, joka johtuu hyötyvaikutuksen väärinymmärtämisestä (esim. vastaaja käsittää hyödyn liian suppeana tai liian laajana) tai muiden tilannetietojen (esim. maksutapa, käyttöoikeus, kysymysten esittämisjärjestys) asiaankuulumattomasta vaikutuksesta vastaukseen.

Suurin osa edellä esitetyistä vääristymistä voidaan eliminoida tilannekuvauksen huolellisella suunnittelulla ja kyselylomakkeen perusteellisella testaamisella. Lisäksi voidaan potentiaalisia vääristymiä paljastaa sijoittamalla lomakkeeseen tarkistuskysymyksiä ja/tai esittämällä osalle haastatelluista eri versio kyselylomakkeesta (esim. vaihdettu kysymysjärjestys, eri aloitusarvo tarjouspelissä tai eri vaihteluväli maksukortissa).

4.2.3 Kyselyn/haastattelun toteutus

Sekä suoran että epäsuoran kyselymenetelmän onnistunut toteutus edellyttää, että kysymykset esitetään vastaajille huolellisesti ja mahdollisimman todenmukaisessa tilanteessa. Tämän vuoksi suositetaan kokeiden haastattelijoiden suorittamia henkilökohtaisia haastatteluita, jolloin voidaan olla varmoja, että:

- haastatteliija ymmärtää taustatekijät, jotka vaikuttavat vastaajan arvioihin (esim. tilanteesta johtuvat rajoitukset, sosioekonominen asema)
- haastateltavaa ei "valisteta" hänen mahdollisista virheellisistä ennakkokäsityksistä eikä häntä johdatella ärsykkeillä (esim. uuden rautatieaseman aurinkoisena päivänä otetulla kuvalla tai kuvalla onnettomuudessa ruhjoutuneesta henkilöautosta),

jotta hän reagoisi muutokseen positiivisemmin (tai negatiivisemmin) kuin hän muutoin olisi tehnyt

- haastateltavalle annetaan täydelliset kuvaukset vaihtoehtoista, koska ihmiset ymmärtävät käsitteet kokonaisuuksina (kuten valmiina hyödykkeinä) paremmin kuin useiden tekijöiden summana.

Viime aikoina on kannettavien tietokoneiden käyttö helpottanut haastattelututkimusten suorittamista, sillä ne mahdollistavat tietokoneavusteiset haastattelut vastaajien kotona. Tietokoneavusteisen haastattelun suurin etu on se, että se mahdollistaa täysin asiakaskohtaisen haastattelun sekä yksilöllisesti muunneltavat vaihtoehtorakenteet, joita haastattelija pystyy helposti hallitsemaan koneen avulla. (Kroes & Sheldon 1988)

Aineiston hankinta voidaan tehdä myös postitse, mikäli kysyttävä asia on suhteellisen yksinkertainen ja ohjeet ovat selkeät. Postikyselyn suurin heikkous on, että vaihtoehtojen sopeuttaminen kunkin haastateltavan tilanteeseen ei ole mahdollista, eikä hänen suhtautumistapaansa kysymyksiin voida arvioida. Pelkästään puhelimitse tapahtuva haastattelu on harvinaista, sillä vaihtoehtojen kuvaaminen vastaajalle ilman visuaalisia apuvälineitä ja/tai kyselylomaketta on erittäin vaikeaa. Sen sijaan postikyselyn ja puhelinhaastattelun yhdistelmä toimii melko hyvin. Haastateltavalle voidaan lähettää kyselylomake ja alustavat ohjeet postitse, minkä jälkeen varsinaiset vastaukset pyydetään puhelimitse.

5 LIIKENNEONNETTOMUUKSIEN ARVOTTAMINEN

Tässä luvussa käsitellään yksilöiden maksuhalukkuuksiin perustuvan arvottamisen sovellettavuutta tieliikenneonnettomuuksien arvottamiseen. Aluksi esitellään liikenneonnettomuuksien tyypittely ja onnettomuuskustannusten ryhmittely. Tämän jälkeen esitellään lyhyesti perinteiset liikenneonnettomuuksien arvottamistavat sekä niiden suhde maksuhalukkuuksiin perustuvaan arvottamiseen. Tästä siirrytään käsittelemään maksuhalukkuuteen perustuvia elämänarvotutkimuksia, jolloin keskitytään niiden kysymyksenasetteluun ja keskeisiin ongelmiin. Maksuhalukkuuteen on toistaiseksi nojaututtu vain elämän arvon määrittämisessä. Koska siihen voitaisiin periaatteessa tukeutua myös loukkaantumisiin ja vain materiaalivahinkoihin johtavien onnettomuuksien arvottamisessa, käsitellään luvun lopussa näitä onnettomuuksien osalueita.

5.1 Onnettomuuksien tyypittely ja onnettomuuskustannusten ryhmittely

Liikenneonnettomuudet voidaan ryhmitellä niiden vakavuuden mukaan seuraavasti:

- Henkilövahinko-onnettomuus
 - kuolema
 - 100-prosenttinen invalidisoituminen
 - vakava loukkaantuminen
 - lievä loukkaantuminen
- Materiaalivahinko-onnettomuus.

Huomattakoon, että henkilövahinko-onnettomuudessa syntyy yleensä aina myös materiaalivahinkoja.

Liikenneonnettomuuksien aiheuttamat kustannukset voidaan ryhmitellä seuraavasti:

- Materiaalivahinkokustannukset
- Sairaanhoidon kustannukset
 - loukkaantuneen kuljetus
 - poliklinikkahoito
 - sairaalahoito
 - jatkohoito
 - kuntoutus
 - hautajaiset (aikaistumisen aiheuttama kustannus)

Hallinnolliset kustannukset

- vakuutusyhtiöiden kustannukset
- poliisilaitoksen kustannukset
- oikeuslaitoksen kustannukset
- vankeinhoidon kustannukset
- tutkimus- ja tilastointikustannukset

Vararesurssien ylläpidon kustannukset**Tuotannonmenetykset**

- ennenaikaisesti kuolleet
- 100-prosenttisesti invalidisoituneet
- osittain invalidisoituneet

sairauspoissaolot**Elämänarvon menetykset**

- ennenaikaisesti kuolleet
- 100-prosenttisesti invalidisoituneet
- osittain invalidisoituneet.

Kustannusten markkamääräinen suuruus pääryhmittäin on esitetty sivulla 6. Tuotannonmenetykset ja elämänarvon menetykset muodostavat tämän mukaan yhteensä noin 70% onnettomuuksien kokonaiskustannuksista. Loppuosa kokonaiskustannuksista muodostuu ns. resurssikustannuksista eli materiaalivahinkojen korjaamisesta, sairaanhoidon ja hallinnollisten rutiinien aiheuttamista kustannuksista sekä vararesurssien ylläpidosta.

5.2 Käytetyt arvottamismenetelmät

Perinteisesti liikenneonnettomuuksien arvottamisessa on käytetty resurssisidonnaisuuteen perustuvaa menetelmää, jossa elämän inhimillisen arvon menetys on huomioitu käyttämällä varjohintana yhteiskunnan 100-prosenttisesti invalidisoituneen henkilön hoitoon uhraamia resursseja (LTT 1990) tai jotain sopimusperusteista summaa. Monissa maissa elämän inhimillinen arvo on jätetty laskelmien ulkopuolelle, koska sen arvottamista on pidetty liian ongelmallisena. Liikenneonnettomuuksien arvottamisessa keskeisin kysymys onkin ihmishengen arvon määrittäminen, koska yleensä myös invalidisoitumisten arvo johdetaan sen perusteella.

Seuraavassa esitellään neljä perinteistä elämän arvon määrittämismenetelmää. Niistä kahdessa viimeisessä on kyse maksuhalukkuuteen perustuvasta arvon määrittämisestä.

Elämän arvon määrittämisperusteista suurimman huomion kohteena ovat olleet (Mishan 1971):

- kansantaloudelle aiheutuva bruttotuotannonmenetys
- kansantaloudelle aiheutuva nettotuotannonmenetys (= brutto - yksilön kulutus)
- onnettomuusriskiin vaikuttavat (investointi)päätökset (ns. yhteiskunnallinen maksuhalukkuus)
- henkivakuutukset.

Bruttotuotannonmenetykseen perustuva ihmishengen arvo kuvastaa yksilön panosta BKT:n kasvattamisessa hänen jäljellä olevina elinvuosinaan. Menetelmän ongelmana on se, että se ei ota kokonaisuudessaan huomioon yksilön elämän arvoa hänelle itselleen ja hänen omaisilleen. Tämän vuoksi esimerkiksi eläkeläisten bruttotuotannonmenetyksen perusteella laskettu elämän arvo on hyvin pieni tai jopa negatiivinen. Bruttotuotannonmenetyksen perusteella lasketun ihmishengen arvoon lisätään usein enemmän tai vähemmän sopimuksenvarainen osa, joka kuvastaa uhrin elämän arvon menetystä, kärsimystä ja omaisten surua.

Nettotuotannonmenetykseen perustuva ihmishengen arvottaminen on johdannainen edellä mainitusta menetelmästä ja se kuvaa ainoastaan ihmisen kuoleman aiheuttamaa hyvinvoinnin menetystä yhteiskunnan muille jäsenille. Nettotuotannonmenetys saadaan vähentämällä yksilön jäljellä olevien elinvuosien potentiaalisen tuotannon nykyarvosta hänen oma kulutuksensa. Luonnollisesti nettomenetelmässä entisestäänkin korostuu yhteiskunnalle "tuottamattomien" yksilöiden ongelma. Sekä brutto- että nettotuotannonmenetykseen perustuvasta ihmishengen arvottamisesta on myös huomattava, että ne eivät ota lainkaan huomioon yksilön preferenssejä.

Ihmishengen arvo voidaan laskea myös implisiittisesti yhteiskunnassa tehtävien, kuolleiden lukumäärään vaikuttavien investointipäätösten aiheuttamien kustannusten kautta (ns. yhteiskunnallinen maksuhalukkuus). Menetelmän suurimpana heikkoutena on todellisten taloudellisten arviointikriteerien puuttuminen, koska päätöksenteon perusteeksi hyväksytään aikaisemmat investointipäätökset. Näin päädytään lopulta kehään, jossa laskelmia ja päätöksentekoa vääristää tarkoituksenmukaisen tiedon puute ja perusteiden epä johdonmukaisuus. (Mishan 1971)

Vakuutuksiin pohjautuva ihmishengen arvottaminen perustuu olettamukseen, että yksilön kuolemistodennäköisyys ja rahamäärä, jonka hän olisi valmis maksamaan kattaakseen muuttuneen riskin, ovat suoraan verrannollisia toisiinsa. Mikäli vakuutusmaksu y , joka vastaisi riskin lisääntymistä määrällä p olisi tiedossa, voitaisiin yksilön arvostus

omaa henkiin jäämistään kohtaan laskea olevan y/p. Menetelmän suurimpia epäkohtia on se, että siinä oletetaan riskin ja vakuutusmaksun suhteen olevan lineaarinen, jolloin henkilön, joka on valmis hyväksymään esim. 1/5 riskin kuolla 200 000 mk:n korvausta vastaan, oletetaan hyväksyvän myös varman kuoleman miljoonan mk:n korvauksesta. Vaikka lineaarisuusoletuksen aiheuttama epäkohta jätettäisiin huomioimatta, ei vakuutusmenetelmällä saada "oikeaa" arvoa ihmishengelle, sillä vakuutusmaksu kuvastaa lähinnä yksilön huolestumista hänen perheensä ja muiden hänestä riippuvaisten ihmisten hyvinvoinnista hänen mahdollisen kuolemansa jälkeen, eikä arvoa, jonka hän antaa omalle elämälleen. (Mishan 1971)

Merkittävä epäkohta kaikissa edellä esitellyissä menetelmissä on, etteivät ne tukeudu yleisesti hyväksyttyihin kustannus-hyötylaskennan peruseräkkeisiin. Paretolaisen hyvinvointiteorian mukaan hyötyjen (tai haittojen) arvottamisen pitäisi perustua yksilön arvostuksiin, jotka hän ilmaiseksi maksuhalukkuuksina (tai riittävinä korvauksina). Näin voitaisiin oikeaoppisesti varmistua siitä, miten kyseessä olevat projektit vaikuttavat yhteiskunnan hyvinvointiin.

Kun maksuhalukkuusmenetelmään perustuvaa ihmishengen arvoa verrataan edellä esitetyillä menetelmillä saatuun arvoon, on huomattava, että maksuhalukkuusestimaatin voidaan katsoa sisältävän ainoastaan yksilöön itseensä kohdistuvat vaikutukset eli inhimillisen arvon (kipu, elämän arvon menetys, omaisten suru) ja hänen tulevaisuuden kulutusmahdollisuuksiensa menetykset (Jones-Lee et al. 1987, Persson 1991). Kun arvioidaan kuolemaan johtaneen liikenneonnettomuuden vaikutusta koko yhteiskunnan hyvinvointiin, tulisi siis maksuhalukkuuksista johdettuun arvoon lisätä kansantaloudelliset vaikutukset (nettokansantuotteen pieneneminen, resurssikustannukset). Asiaa on testattu empiirisesti esittämällä maksuhalukkuustutkimuksessa haastatelluille seuraava kysymys (Jones-Lee et al. 1987, kysymys 23):

Aikaisemmissa kysymyksissä sinun piti ajatella vain kuolemaa ja loukkaantumista. Liikenneonnettomuuksilla on kuitenkin myös paljon muita vaikutuksia. Vaikka sinua ei aikaisemmin pyydettykään ottamaan huomioon näitä muita vaikutuksia, kysymme nyt, otitko sinä huomioon seuraavia vaikutuksia?

Saadut tulokset on esitetty taulukossa 3.

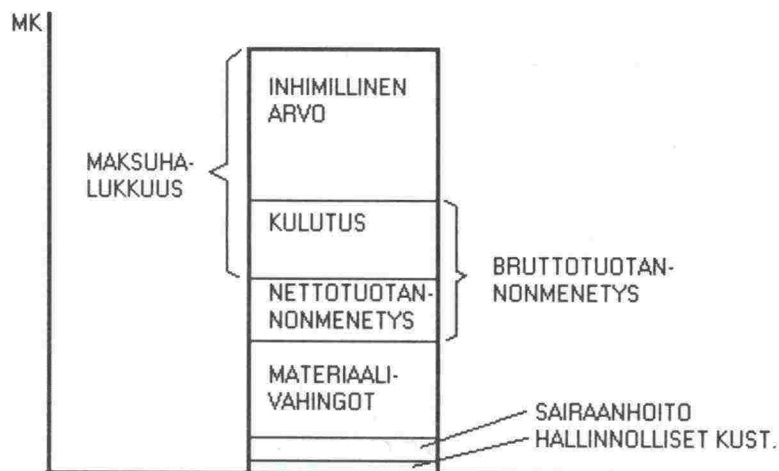
Vaikutus	Otti huomioon (%)	Ei ottanut huomioon (%)
Työpanoksen menetys	19	81
Haitta sinänsä	11	89
Materiaalivahingot	14	86
Poliisi- ja sairaalakustannukset	12	88

Taulukko 3: Vastaajien ilmoittamissaan maksuhalukkuuksissa huomioimat kustannuserät.

Lähde: Jones-Lee et al. 1987.

Regressioanalyysi osoitti arvostuskysymyksiin annettujen vastausten suuruusluokissa olevan selviä eroja riippuen siitä, oliko vastaaja ottanut huomioon sen, että onnettomuuden seurauksena kuolleen työpanos menetetään. Vastaukset tukevat myös sitä, että tuotantomenetysten nettoarvo ja resurssikustannukset (materiaalivahingot, sairaanhoidon ja hallinnolliset kustannukset) tulisi lisätä maksuhalukkuuteen perustuvaan elämän arvoon (Jones-Lee et al. 1987). Bruttotuotannonmenetyksen käyttö aiheuttaisi kahdenkertaista laskentaa, koska kulutus muodostaa osan elämänarvosta ja sisältyy siten ihmisten ilmoittamiin maksuhalukkuuksiin.

Kuolemaan johtaneen liikenneonnettomuuden kustannusrakenne on esitetty kuviossa 8.



Kuvio 8: Onnettomuuskustannusten rakenne kuolemaan johtaneessa liikenneonnettomuudessa.

Lähde: Persson, haastattelu 4/1991, Jones-Lee et al. 1987.

Maksuhalukkuusestimaatteja käytettäessä on muistettava, että niiden käyttökelpoisuus rajoittuu pelkästään tutkittuun ilmiöön. Liikenneonnettomuusriskin perusteella saatua ihmishengen arvoa ei pitäisi käyttää yleisenä elämän arvona muiden alojen (esim. terveydenhuolto) päätöksenteossa, koska yksilöiden arvostukset eri

kuolintapojen välillä saattavat vaihdella hyvin paljon (Ks. esim. Jones-Lee et al. 1987).

Liikenneonnettomuusriskin muutoksiin perustuvaa elämän arvoa on kuitenkin mm. Ruotsissa käytetty ohjeellisena esim. terveydenhuollon alalla, koska se on teoreettisesti paras käytettävissä oleva arvo (Persson, haastattelu 4/1991).

5.3 Maksuhalukkuuteen perustuva elämän arvon määrittäminen

5.3.1 Yleiskatsaus tehtyihin keskeisiin tutkimuksiin

Seuraavassa esitellään viisi tutkimusta, joissa ihmishengen arvo on pyritty johtamaan maksuhalukkuuden kautta. Vertailu perustuu M.W. Jones-Leen artikkeliin Oxford Review of Economic Policy -julkaisussa (Vol.6, No.2, 1990) sekä Jones-Leen et al. vuonna 1987, Perssonin vuonna 1991 ja Millerin & Gurian vuonna 1991 julkaistuihin tutkimuksiin.

1. Blomquist (USA, 1979)

Blomquistin tutkimus oli ensimmäinen laajamittainen, "tilastollisen ihmishengen"¹¹ arvottamiseen pyrkivä tutkimus, joka perustui yksilöiden maksuhalukkuuksiin. Tutkimus toteutettiin havainnointimenetelmällä vuonna 1979. Siinä havainnoitiin ihmisten vapaaehtoista turvavyöikäyttöä. Tämän perusteella saatiin selville heidän halukkuutensa uhrata aikaa (ja mukavuutta) turvallisuuden lisäämiseksi.

Tieto turvavyöikäytöstä ja autoilijoiden sosioekonomisista taustatekijöistä perustui Survey Research Centerin vuosina 1972 - 74 tekemään tutkimukseen, joka sisälsi tiedot yli 5500 kotitaloudesta Yhdysvalloissa seitsemän vuoden ajalta. Arviot turvavyön tehokkuudesta pienentää kuolemaan tai loukkaantumiseen johtavan onnettomuuden todennäköisyyttä saatiin useista turvallisuustekniikan tutkimuksista. Keskimääräisenä loukkaantumiseen johtaneen onnettomuuden kustannuksena (tieto tarvittiin, jotta voitiin erottaa maksuhalukkuus kuolemisriskin pienentämiseksi) käytettiin Yhdysvaltain liikenneministeriön käyttämää, bruttomääräiseen tuotannonmenetykseen perustuvaa arvoa, joka sisälsi myös "tuskaa, surua ja kärsimystä" kuvaavan komponentin. Turvavyön kiinnittämiseen, säätämiseen ja irrottamiseen kuluvan ajan Blomquist mittasi kokeilemalla.

¹¹ Termi "tilastollinen ihmishenki" kuvaa sitä, että muutoksella (esim. tien parannus) ei estetä anonyymin henkilön varmaa kuolemaa, vaan muutos kohdistuu kaikkiin tienkäyttäjien onnettomuusriskin pienentymisenä. Asiaa on selvitetty tarkemmin liitteessä 1.

Tutkimuksessa oletettiin, että turvavöiden käyttäjät arvostavat parantuneen turvallisuuden vähintään yhtä suureksi kuin turvavöiden käytöstä heille aiheutuvan aikahäviön ja epämukavuuden "hinnan". Näin Blomquist sai tilastollisen ihmishengen vähimmäisarvoksi noin \$370 000 vuoden 1978 hinnoin.

2. Jones-Lee, Hammerton ja Abbott (Iso-Britannia 1987)

Ensimmäinen suoraan maksuhalukkuuden kysymiseen perustuva tutkimus, "The Value of Transport Safety", aloitettiin Iso-Britanniassa 1980-luvun alussa. Esitutkimus alkoi tammikuussa 1980. Koska tulokset esitutkimuksesta olivat rohkaisevia, aloitettiin varsinainen tutkimus huhtikuussa 1981.

Aineiston hankinta perustui haastatteluihin, jotka suoritettiin kesä- ja heinäkuussa 1982. Tätä varten valittiin 1718 henkilöä, joista 60%:n vastaus- ja tavoitettavuustodennäköisyydellä laskettiin saatavan 1000 kunnollista vastausta. Haastateltavat kerättiin satunnaisotannalla 93 vaalipiiristä Englannista, Skotlannista ja Walesista siten, että otos edusti mahdollisimman hyvin koko maan väestöä. Otokseen valitut olivat yli 16-vuotiaita. Tavoitettavuus oli hieman ennakoitua parempi ja haastatteluja saatiin yhteensä 1150. Näistä 1103 oli käyttökelpoisia.

Haastatelluille esitettiin useita kuviteltuja erisuuruisia kuolemanriskin muutoksia ja heitä pyydettiin ilmoittamaan, kuinka paljon he olisivat enimmillään halukkaita maksamaan kyseisistä muutoksista. Näin saadaan selville asiointi, jossa yksilön hyvinvointi ei muuttuisi vaikka hän vaihtaisi ko. rahamäärän parempaan liikenneturvallisuuteen. Kun vastaajien ilmoittamat maksuhalukkuudet jaettiin onnettomuusriskin muutoksella, saatiin tilastollinen ihmishengen arvo.

Eri arvotuskysymysten perusteella saatiin useita eri arvoja ihmiselämälle. Käytettäväksi ihmishengen arvoksi suositeltiin keskiarvoa käytettäessä £2,0 milj. ja mediaaniarvoa käytettäessä £750 000. Tutkimuksen mukaan ihmisten turvallisuuden arvostus on elinkaaren alku- ja loppupäässä pienempi kuin keskivaiheilla, joten ihmishengen arvolle iän funktiona saadaan "kääntyneen u:n" -muotoinen kuvaaja. (Jones-Lee et al. 1987)

3. Maier, Gerking ja Weiss (Itävalta 1989)

Maierin ja kumppaneiden tutkimus perustui samantyyppiseen menetelmään kuin Jones-Leen tutkimus. Tutkimuksessa käytetty otos oli pieni, eikä sitä valittu satunnaisesti. Aineisto hankittiin henkilökohtaisilla haastatteluilla Wienin ja Neulengbachin (maatalousalue Wienin lähistöllä) alueella ja se koostui 98 lomakkeesta. Myös tämän tutkimuksen tulokset olivat samansuuntaisia kuin Jones-Leen ja kumppaneiden saamat

tulokset. Esimerkiksi tilastollisen kuoleman välttämisen arvoksi saatiin noin £1,9 milj. vuoden 1989 hinnoin. Tutkimus osoitti turvallisuuden arvostuksen alenevan kiihtyvästi vastaajien iän kasvaessa. Myös tilastollisen elämän arvon positiivisen tulojouston esiintyminen voitiin todeta. Numeerista arvoa joustolle ei käytetyn regressioanalyysin yksinkertaisuuden vuoksi voitu laskea.

4. Persson (Ruotsi 1991)

Perssonin tutkimuksen taustalla oli samansuuntainen metodiikka ja lähestymistapa kuin Jones-Lee:lla. Kysymysten asetteluun oli kuitenkin tehty muutamia oleellisia muutoksia ja parannuksia. Yksi merkittävimmistä uudistuksista oli vastaajien itsensä arvioiman (subjektiivisen) riskitason käyttö arvotuskysymyksissä. Vastaajille annettiin viitteeksi moottoripyöräilijöiden ja linja-automatkestajien vuosittaiset onnettomuusriskit, jonka jälkeen heitä pyydettiin arvioimaan toisaalta keskimääräinen henkilöauton kuljettajan kuolemisriski ja toisaalta heidän oma kuolemisriskinsä henkilöauton kuljettajana tai matkustajana. Toinen oleellinen ero Jones-Leen tekemään tutkimukseen oli se, että vastaajilta kysyttiin myös heidän maksuhalukkuuksiaan pelkästään loukkaantumiseen johtavien liikenneonnettomuuksien riskin pienentämiseksi.

Tutkimus tehtiin Ruotsissa syksyn 1986 ja kevään 1987 välisenä aikana ja se perustui 1000 henkilön otokseen (ositettu satunnaisotanta). Kysely toteutettiin postitse. Tämän lisäksi suoritettiin laajamittainen puhelinhaastattelu. Puhelinkontaktin tarkoituksena oli selvittää mahdolliset väärinkäsitykset sekä motivoida vastaajia täyttämään ja palauttamaan lomake. Tällä menettelyllä käyttökelpoisia vastauksia saatiin 506 kappaletta. Perssonin saamat tulokset olivat muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta samansuuntaisia kuin Jones-Leen ja kumppaneiden tutkimuksessa.

Tutkimuksen perusteella arvioitu tilastollisen ihmishengen keskiarvo vaihteli 14,5 milj. SEK ja 17,6 milj. SEK välillä (vuoden 1986 hinnoin)¹². Vastaavat mediaaniarvot olivat 4,0 - 8,0 milj. SEK.

Oleellisimmat erot Perssonin tutkimuksen ja aikaisempien kyselytutkimusten välillä liittyivät yksilöiden turvallisuuden arvostuksen ja iän väliseen suhteeseen. Perssonin aineistosta tehty regressioanalyysi osoitti, että ihmisten turvallisuuden arvostus aleni joko tasaisesti iän myötä tai jopa laski hieman elinkaaren alussa ja kääntyi nousuun sen loppupuolella ("u" -muoto). Aikaisempien tutkimusten osoittama

¹² Tiedot perustuvat aliotokseen, jonka henkilöillä subjektiivinen riskiarvio vastasi objektiivista riskitasoa. Näistä edelleen edellinen arvo perustuu vuosittaiseen lisämaksuun turvallisuutta lisäävästä laitteesta ja jälkimmäinen arvo autokohtaiseen maksuun.

elinkaaren alkupäässä kasvava ja loppupuolella aleneva turvallisuuden arvostus ("kääntynyt u" -muoto) ilmeni vain tapauksissa, joissa kysyttiin ihmisten halukkuutta maksaa sydänkohtausriskin pienentymisestä.

Persson arvioi myös maksuhalukkuuteen perustuvan arvon loukkaantumisiin johtavien onnettomuuksien välttämiseksi. Loukkaantumiset käsittivät kasvojen silpoutumisen ja aivotärähdyksen. Kyseisten tilastollisten loukkaantumisten estämisen keskiarvoiksi hän sai 5,2 milj. SEK (kasvojen silpoutuminen) ja 4,2 milj. SEK (aivotärähdys) sekä mediaaneiksi 1,0 ja 0,8 milj. SEK vuoden 1986 hinnoin.

5 Miller ja Guria (Uusi-Seelanti 1991)

Tuorein maksuhalukkuuksiin perustuva elämänarvotutkimus toteutettiin kyselytutkimuksena Uudessa-Seelannissa. Tutkimus tehtiin Uuden-Seelannin liikenneministeriön vuosina 1989-1990 suorittaman matkustustapatutkimuksen täydennyksenä. Matkustustapatutkimuksesta saatiin vastaajien sosioekonomiset perustiedot sekä ajokokemusta ja onnettomuuskokemusta koskevat tiedot. Varsinainen elämänarvotutkimus suoritettiin seurantakäynnillä em. matkustustapatutkimukseen osallistuneiden kotitalouksien aliotokseen. Kustakin kotitaloudesta valittiin satunnaisesti yksi yli 18-vuotias perheenjäsen haastateltavaksi. Otoksen suuruus oli 655 henkilöä. Haastateltujen riittävä todennäköisyyksien ymmärtäminen testattiin kahdella kysymyksellä, jonka seurauksena otos pieneni 629:ään.

Tutkimuksessa kysyttiin haastateltavien halukkuutta maksaa oman kuolemisriskinsä pienentymisen lisäksi myös perheenjäsenien ja muiden ihmisten riskin pienentämisestä. Tutkimuksessa käytettiin viittä maksuhalukkuuskysymystä:

- turvallisemman tien käyttäminen maksamalla tietulli
- osallistuminen turvallisuutta parantavalle kurssille
- turvallisuutta lisäävän lisävarusteen hankkiminen autoon
- muuttaminen asuinympäristöön, jossa liikenneonnettomuuden todennäköisyys on pienempi
- paremman ajo- ja jalankulkuturvallisuuden rahoittaminen lisäverolla.

Lisäksi haastatelluilta kysyttiin heidän valitsemistaan ajonopeuksista eri sääolosuhteissa, ja siten myös eri onnettomuusriskitasoilla. Kun alennetun ajonopeuden aikaansaamalle ajanmenetykselle annettiin rahallinen arvo, saatiin ilmoitettuun, "todelliseen" käyttäytymiseen perustuva elämänarvoestimaatti.

Kysymysmenettelynä käytettiin osassa kysymyksiä avointa kysymystä ja osassa diskreettiä valintaa tarkennettuna seurantakysymyksellä. Seurantakysymyksissä vastaajalle lueteltiin arvoja tietyltä vaihteluväliltä.

Kuuden kysymyksen antamien tilastollisten elämänarvojen keskiarvoksi saatiin 1,9 milj. NZD ja mediaaniksi 1,5 milj. NZD.

6 Tulosten vertailu

Seuraavassa taulukossa 4 on esitetty edellä selostettujen tutkimusten antamat tulokset tilastollisen ihmishengen arvosta vuoden 1989 puntina. Jones-Leen et al., Perssonin ja Maierin et al. tutkimusten keskiarvot ovat melko lähellä toisiaan. Sen sijaan Blomquistin saama keskiarvo on selvästi pienempi, mutta myös käytetty menetelmä oli erilainen (havainnointimenetelmä). Uuden-Seelannin (Miller & Guria 1991) tutkimuksen tulosten suuruusluokkaa tarkasteltaessa on otettava huomioon, että myös BKT/asukas on Uudessa-Seelannissa selvästi alhaisempi kuin muissa vertailumaissa.

Taulukosta voidaan todeta, että Jones-Leen et al. ja Perssonin saamat keskiarvot ovat huomattavasti mediaaniarvoja suurempia. Maksuhalukkuustutkimuksille, joissa käytetään avointa kysymystä onkin tyypillistä, että maksuhalukkuusestimaattien jakaumat ovat hyvin vinoja.

Tutkimus	Tilastollisen ihmishengen arvo (£)	
	Keskiarvo	Mediaani
Blomquist	440 000	-
Jones-Lee et al.	2 000 000	680 000
Persson	1 500 000 - 1 800 000	420 000 - 840 000
Maier et al.	1 900 000	-
Miller & Guria ¹³	680 000	530 000

Taulukko 4: Tilastollisen ihmishengen arvo eri tutkimusten mukaan (haastateltava itse).

Lähde: Jones-Lee 1990:6 pp. 39-60, Miller & Guria 1991.

Jones-Leen ja Perssonin tutkimukset ovat edellä esitellyistä merkittävimmät. Jatkossa keskitytään maksuhalukkuuden suoran mittaamisen tarkasteluun näistä tutkimuksista saatujen tulosten pohjalta.

5.3.2 Tutkimusten kysymyksen asettelut

Seuraavassa tarkastellaan Jones-Leen ja Perssonin tutkimuksissaan käyttämiä kysymyksenasetteluita, heidän käsityksiään ihmisten kyvystä ymmärtää pieniä todennäköisyyksiä ja käsityksiään tulosten luotettavuudesta.

¹³ Muunnettu Uuden-Seelannin dollareista (USD) Iso-Britannian punniksi (GBP) kesäkuun 1991 valuuttakurssien mukaan.

Sekä Jones-Lee että Persson jakoivat tutkimuksissaan kysymykset karkeasti kolmeen kategoriaan (Jones-Lee et al. 1987):

Arvostuskysymykset - tavoitteena saada kuva seuraavista asioista:

a) Minkälaiset loukkaantumiset ovat vakavia?

Mitkä ovat ihmisten suhteelliset arvostukset riskin vähentämisessä vakavan loukkaantumisen ja kuoleman välillä?

b) Kuinka paljon ihmiset ovat halukkaita maksamaan erilaisista riskin vähenemisistä ja miten näihin summiin vaikuttavat:

- riskin luonne ja riskitaso
- riskin muutoksen suuruus
- riskin muutoksen vaikutus toisiin ihmisiin
- riskin kohteena olevan tulotaso
- riskin kohteena olevan ikä.

c) Missä määrin ihmiset huomioivat välittömät taloudelliset vaikutukset (esim. materiaalivahingot, sairaanhoidon kustannukset ja tuotantomenetykset) arvioidessaan halukkuuttaan maksaa riskin vähenemisestä?

d) Vaikuttaako ihmisten maksuhalukkuuteen kuolemisriskin vähenemisestä se, säästetäänkö anonyymin henkilön henki vai "tilastollinen henki"?

Käsityskykyyn ja johdonmukaisuuteen liittyvät kysymykset:

a) Kuinka hyvin ihmiset ymmärtävät liikenteeseen liittyvät riskit, eli:

- missä määrin ihmisten käsitykset eri liikennemuotojen välisistä riskeistä pitävät yhtä onnettomuustilastoista saatujen tietojen kanssa?
- minkä verran ihmisten käsitykset onnettomuustodennäköisyyksistä eroavat todellisista todennäköisyyksistä?
- minkä verran ihmisten käsitykset muiden liikennemuotojen riskitasoista muuttuvat, kun heille kerrotaan esim. autoilijan riskitason suuruus?

- b) Miten hyvin ihmiset pystyvät ymmärtämään todennäköisyyskäsitteitä ja miten johdonmukaisesti he pystyvät käsittelemään pelkkiä todennäköisyyksiä?
- c) Täyttävätkö ihmisten tekemät valinnat johdonmukaisuuden minimivaatimuksen, jotta maksuhalukkuusmenetelmällä saatuja arvoja voidaan käyttää onnettomuuksien ehkäisyyn tähtäävissä toimenpiteissä?
- d) Missä määrin maksuhalukkuuskyselyyn saatuun vastaukseen vaikuttaa kysymyksen luonne? Esimerkiksi:
 - Vaikuttaako kysymyksen taustalla oleva hypoteettinen tilanne vastauksista johdettuun elämän arvoon?
 - Vaikuttaako moniosaisten kysymysten esittämisjärjestys merkittävästi saatuihin vastauksiin?

Taustatiedot & muut kysymykset

- Esim. ajoneuvon omistaminen, vuotuinen ajomäärä, ikä ja tulotaso. Tämän lisäksi kartoitettiin myös mm. vastaajan reaktioita ja suhtautumista kysymyksiin.

Kysymysten suunnittelussa ilmeni monia ongelmia, koska vastaavan tyyppisiä tutkimuksia ei ollut aikaisemmin tehty. Kyselylomakkeen esiversioissa oli kysymyksiä, jotka huolellisen lukemisen jälkeen olivat melko selkeitä, mutta keskivertovastaajalle aivan liian monimutkaisia (Jones-Lee et al. 1987). Hypoteettisia kysymyksiä käytettäessä on tärkeää, että ne muotoillaan mahdollisimman realistisiksi, jolloin kuitenkin joudutaan helposti liian yksityiskohtaiseen tilanteen kuvaukseen ja kysymysten selkeys kärsii.

Arvotuskysymysten muotoilu oli hankalaa. Havaittiin, että jos ihmisiltä kysytään suoraan "paljonko olet valmis maksamaan ...", useilla vastaajilla esiintyi vaikeuksia antaa vastausta ilman haastattelijan johdattelua (Jones-Lee et al. 1987).

Valmiiden vastausvaihtoehtojen antaminen ei tuntunut järkevältä, koska ihmiset ovat taipuvaisia valitsemaan arvoja asteikon keskivaiheilta. Toisaalta esim. "huutokauppaaminen" on aikaavievää ja saattaa aiheuttaa vastaajassa turhautumista. Rahamääräisiä vastauksia päätettiin kysyä ensiksi suoraan ja sen jälkeen tarjoamalla lukuja, jos vastaaja selvästi epäröi. (Jones-Lee et al. 1987)

Todennäköisyyksien esittämisen perusongelman muodosti se, esitetäänkö todennäköisyys muodossa 1/20 000 vai 5/100 000.

Selkeää vastausta ongelmaan ei saatu, joten jälkimmäinen vaihtoehto valittiin. Valinnan etuna oli se, että todennäköisyyttä voitiin havainnollistaa konkreettisemmin millimetripaperilla olevilla ruuduilla. (Jones-Lee et al. 1987)

5.3.3 Liikenneturvallisuuden arvostus ja ihmishengen arvo

Koska tilastollisen elämän arvo johdetaan yksilöiden halukkuudesta maksaa pienistä riskin muutoksista (maksuhalukkuus/riskinmuutos), se on voimakkaasti riippuvainen yksilöiden turvallisuuden arvostuksesta. Ihmiset yleensä toivovat sekä varallisuuden (tai tulotason) että turvallisuuden lisääntymistä, minkä johdosta niiden välille syntyy tyypillinen ns. trade-off -tilanne ja riskin muutoksen arvostus voidaan olettaa olevan alenevan rajahyödyn lain alainen. Tämä johtaa siihen, että tilastollisen elämän arvo on riippuvainen riskin muutoksen suuruudesta siten, että mitä suuremmalla riskin muutoksella operoidaan, sitä pienemmäksi muodostuu elämän arvo. (Jones-Lee 1989, s. 122)

Koska Persson käytti arvotuskysymyksissä vastaajien itsensä kokemaa (subjektiivista) riskitasoa ja suhteellista riskin muutosta, tarjoaa hänen tutkimuksensa mahdollisuuden tarkastella sekä eri riskitasojen että eri suuruisten riskin muutosten vaikutusta maksuhalukkuuteen. Hänen tulostensa mukaan riskin muutoksen arvostus pieneni, kun subjektiivisen riskin alkuperäinen taso kasvoi (Persson 1991).

Persson kuitenkin huomauttaa, että tilastollisen elämän arvoa eri riskitasoilla vertailtaessa on syytä muistaa, että samalla vertaillaan eri yksilöiden antamia vastauksia. Erilaisten arvojen taustalla onkin todennäköisesti eri yksilöiden erilainen suhtautuminen riskiin. Jokainen voi omalla käyttäytymisellään huomattavasti vaikuttaa häneen kohdistuvan fyysisen riskin määrään ja siten valita itselleen sopivan riskitason. Näin ollen ihmisillä, jotka huolehtivat omasta turvallisuudestaan (ovat riskinkarttajia) ja ovat valmiita maksamaan paljon onnettomuusriskin pienenemisestä, voidaan olettaa olevan suhteellisen alhainen arvio omasta riskitasostaan. Vastaavasti ihmisillä, jotka suhtautuvat välinpitämättömästi riskiin on suhteellisen korkea riskin lähtötaso, eivätkä he ole halukkaita maksamaan saman suuruudesta riskin muutoksesta yhtä paljoa kuin riskinkarttajat. (Persson 1991)

Edellisen perusteella voidaan siis todeta tilastollisen elämän arvon muodostuvan pienemmäksi niillä yksilöillä, joiden subjektiivinen riskitaso on korkea ja päinvastoin. Näin Persson perustelee saamaansa suurta hajontaa tilastollisen ihmishengen arvossa eri riskitasoilla ja riskin muutoksilla.

Myös Jones-Leen tutkimuksessa yksilöiden maksuhalukkuuden suhde riskin muutokseen ja lähtöriskin tasoon noudattelee pääpiirteittäin edellä

esitettyä. Vaikka Jones-Lee tutkimuksessaan ei käyttänyt ihmisten subjektiivisia arvioita riskin suuruudesta eikä hänen tutkimuksensa siten tarjoa yhtä laajaa vertailupohjaa maksuhalukkuuden ja riskin välisen suhteen tarkasteluun, käytti hän arvotuskysymyksissään muutamaa eri lähtöriskitasoa sekä useita erisuuruisia riskin muutoksia.

Jones-Leen et al. esillä olevan tutkimuksen kannalta oleelliset arvotuskysymykset olivat seuraavat:

Kysymys 18:

Kuvittele, että sinun täytyisi tehdä pitkä bussimatka vieraassa maassa. Sinulle on annettu £200 matkakuluihin ja bussifirman nimi, joka kuljettaa sinut täsmälleen em. summalla. Riski kuolla bussimatalla tätä firmaa käyttämällä on 8/100 000.

Sinä voit myös valita toisen, turvallisemman bussifirman, mutta tällöin sinä joudut maksamaan itse lisäkustannukset.

- a) Paljonko enemmän olisit valmis maksamaan siitä, että voit käyttää bussifirmaa, jolla riski on puolet ensinmainitusta eli 4/100 000?
- b) Paljonko enemmän olisit valmis maksamaan siitä, että voit käyttää bussifirmaa, jolla riski on yksi kahdeksasosa ensinmainitusta eli 1/100 000?
- c) Paljonko sinä vaatisit itsellesi tästä 200 punnasta, jotta suostuisit käyttämään bussifirmaa, jonka matkassa riski kuolla olisi kaksinkertainen ensinmainittuun nähden eli 16/100 000?
- d) Paljonko sinä vaatisit itsellesi tästä 200 punnasta, jotta suostuisit käyttämään bussifirmaa, jonka matkassa riski kuolla olisi nelinkertainen ensinmainittuun nähden eli 32/100 000?

Kysymys 20:

Kuvittele, että olet ostamassa tietyn tyyppistä autoa. Halutessasi voit myös saada autoosi uuden turvallisuutta lisäävän lisävarustuksen lisämaksua vastaan. Seuraavissa kysymyksissä kysymme sinulta, paljonko olisit valmis maksamaan erityyppisistä turvallisuutta lisäävistä lisävarusteista. Vastausta antaessasi, ota huomioon myös, paljonko pystyt maksamaan.

- a) Kuten aikaisemmin sanoimme, autoa ajavan henkilön riski kuolla liikenneonnettomuudessa on 10/100 000 (havainnollistetaan

millimetripaperilla). Sinä voisit hankkia turvallisuutta lisäävän lisävarusteen autoosi, joka vähentää em. riskin puoleen eli riski on 5/100 000. Ottaen huomioon maksukykyysi, paljonko olisit enimmillään valmis maksamaan em. lisävarusteesta?

b) Vaihtoehtoisesti voisit hankkia turvallisuutta lisäävän lisävarusteen autoosi, jolloin em. riski pienenesi 20% eli riskiksi jäisi 8/100 000. Ottaen huomioon maksukykyysi, paljonko olisit enimmillään valmis maksamaan em. lisävarusteesta?

Näihin kysymyksiin saatujen vastausten perusteella lasketut tilastollisen elämän arvot (vastaajalle itselleen) on koottu taulukkoon 5.

Kysymys	Keskiarvo (£)	Korjattu keskiarvo (£)	Mediaani (£)
18(a)	3 420 000 (+/- 2 030 000) n = 988	1 600 000 (+/- 210 000) n = 981	1 240 000 (+ 340 000), (-270 000) n = 988
18(b)	2 220 000 (+/- 1 040 000) n = 1005	1 390 000 (+/- 200 000) n = 999	720 000 (+ 190 000), (-150 000) n = 1005
18(c)	<i>Laskettu niille, jotka olivat valmiita säästämään (19% vastanneista)</i>		
	790 000 (+/- 120 000)	790 000 (+/- 120 000)	630 000 (+ 290 000), (-190 000)
18(d)	<i>Laskettu niille, jotka olivat valmiita säästämään (13% vastanneista)</i>		
	290 000 (+/- 52 000)	290 000 (+/- 52 000)	210 000 (+ 140 000), (-80 000)
20(a)	1 430 000 (+/- 500 000) n = 952	1 210 000 (+/- 220 000) n = 950	500 000 (+ 94 000), (-76 000) n = 952
20(b)	2 210 000 (+/- 400 000) n = 957	2 210 000 (+/- 400 000) n = 957	770 000 (+ 161 000), (-130 000) n = 957

Taulukko 5: Jones-Leen saamat tulokset elämän arvosta vastaajalle itselleen (suluissa olevat luvut ovat keskipoikkeamia).

Lähde: Jones-Lee et al. 1987.

Huom. Korjattu keskiarvo on laskettu siten, että aineistosta on poistettu ne vastaukset, joiden uskottiin olevan koodausvirheitä tai muita väärinkäsitelmiä. Ero havaintojen määrässä (n) osoittaa siis, kuinka monta vastausta em. perusteella hylättiin.

Haastatelluilta kysyttiin myös heidän halukkuuttaan maksaa lisälaitteesta, joka pienentäisi paitsi kuljettajan myös matkustajien kuolemisriskiä. Perssonin tutkimuksen mukaan maksuhalukkuus oli tällöin keskimäärin 30% korkeampi kuin pelkästään oman kuolemisriskin pienentämiselle. Jones-Lee päätyi tutkimuksessaan suurin piirtein samaan suhteelliseen maksuhalukkuuden korotukseen matkustajien kuolemisriskin pienentämisestä koskevassa kysymyksessä. Kyseisen lisä-maksuhalukkuuden katsotaan heijastavan vastaajan huolestumista matkustajien (lähinnä perheenjäsenten ja ystävien) turvallisuudesta. Huomionarvoista on, että brittitutkimuksessa noin puolet (47%) ei

osoittanut lisääntyntä maksuhalukkuutta matkustajien puolesta. Tämän vuoksi "matkustajien tilastollisen elämän arvo vastaajalle" jäi nollassa mediaanilla mitattuna keskiarvon ollessa £500 000. Myöskään Ruotsin tutkimuksessa mediaaniarvo ei osoittanut lisääntyntä maksuhalukkuutta. Periaatteessa maksuhalukkuus muiden henkilöiden puolesta tulisi ottaa huomioon riskin pienentämiseen tähtääviä tienparannushankkeita arvioitaessa. (Jones-Lee et al. 1987, Persson 1991)

Tehdyissä tutkimuksissa on myös kysytty maksuhalukkuutta yleisen, kaikkiin yhteiskunnan jäseniin kohdistuvan kollektiivisen turvallisuuden parantamiseksi. Tällöin on kyseessä tyypillinen julkishyödykkeiden arvottamisongelma. Ihmisten maksuhalukkuutta kysytään verojen lisäämisen kautta, jolloin ongelmia aiheuttaa mm. free-rider -ilmiö ja ihmisten yleinen vastenmielisyys verojen maksua kohtaan. Esim. Uuden-Seelannin tutkimuksessa vain noin kolmannes haastatelluista olisi ollut valmis maksamaan lisää veroja turvallisuuden parantamiseksi ja saadut arvot olivat erittäin pieniä. Miller ja Guria esittivät kuitenkin, että kyseiset arvot tulisi huomioida tilastollisen ihmishengen arvoa laskettaessa. Tämän erän merkitys on käytännössä varsin marginaalinen; Uuden-Seelannin tutkimuksen perusteella käytettäväksi suositeltu arvo oli vain noin 2% tilastollisen elämän kokonaisarvosta (Miller & Guria 1991).

Kirjallisuudessa on esitetty jonkin verran mielipiteitä siitä, tulisiko käytännön sovelluksissa käyttää estimaattien keskiarvoja vai mediaaneja. Mm. Jones-Lee ja Persson toteavat, että hyvinvointiteorian perusteella keskiarvo olisi oikea keskiluku, koska yksilöiden preferenssien hyväksyminen on koko maksuhalukkuuksien mittaamisen perusajatuksia ja näin ollen myös poikkeavat mielipiteet tulisi ottaa huomioon. Mediaanin käyttöä puoltaa se, että saadut maksuhalukkuusjakaukmat ovat yleensä voimakkaasti vinoja ja keskiarvo on siten herkkä suurten ääriarvojen muutoksille. Mediaania käytettäessä yksilöiden arvostuserot menettävät merkitystään. Mediaanihan osoittaa arvon, jonka puolet vastaajista hyväksyisi (tai hylkäisi). Sekä Jones-Lee että Persson päätyvät suosittamaan ns. korjatun keskiarvon käyttöä, jossa ääriarvoja on poistettu joko subjektiivisen harkinnan mukaan (Jones-Lee, todennäköiset koodausvirheet ja väärinkäsitykset) tai järjestelmällisesti (Persson, kymmenen suurinta arvoa). Usein jo muutaman ääriarvon poistaminen pienentää keskiarvon ja mediaanin välistä eroa huomattavasti, kuten taulukosta 5 nähdään. (Jones-Lee et al. 1987, Jones-Lee 1989, Persson 1991)

Taulukosta 5 voidaan todeta, että kysymyksissä 18a ja b, joissa riskin lähtötaso on sama saadaan suuremmalla riskin muutoksella pienempi elämän arvo. Vastaava ilmiö toistuu kysymyksissä 20a ja b, joissa ensimmäisessä tarkastellaan riskin puoliintumista ja jälkimmäisessä

oletettu riskin muutos oli 20%. Jones-Lee kysyi myös ihmisten halukkuutta hyväksyä kaksinkertainen (18c) ja nelinkertainen (18d) riski korkeintaan 200 punnan korvauksesta. Mielenkiintoista vastauksissa on se, että kaksinkertaisen riskin olisi ollut valmis hyväksymään £200 korvausta vastaan ainoastaan 19% ja nelinkertaisen riskin 13% haastatelluista. Tämä tukee edellä esitettyä oletusta siitä, että yhä harvemmat ihmiset olisivat halukkaita hyväksymään lisääntyvää riskiä huomattavan suurestakaan rahallisesta korvauksesta. (Jones-Lee et al. 1987)

5.3.4 Tulosten luotettavuus

Yksilöiden kyky ymmärtää riskiä ja pieniä todennäköisyyksiä

Kun yksilöiltä kysytään heidän halukkuuttaan maksaa riskin pienenemisestä, muodostaa keskeisen ongelman se, pystyykö "keskivertokansalainen" mieltämään riskin, joka esitetään hyvin pienten todennäköisyyksien muodossa. Tätä ongelmaa on käsitelty myös tehdyissä tutkimuksissa ja siihen on saatu vastauksia, jotka voidaan tulkita melko rohkaiseviksi.

Sekä Jones-Lee että Persson totesivat tutkimuksissaan, että vastaajat pystyivät helposti asettamaan eri liikennevälineet paremmuusjärjestykseen niihin liittyvän riskin mukaan. Persson käytti tutkimuksessaan myös haastateltavien itselleen arvioimaa riskiä kuolla auto-onnettomuudessa. Vertailutiedoksi vastaajille annettiin moottoripyöräilijöiden vuosittainen riski kuolla (130/100 000) sekä riski kuolla linja-auto-onnettomuudessa (1/100 000). Vastaajia pyydettiin arvioimaan keskimääräinen henkilöautonkuljettajan vuotuinen riski sekä heidän henkilökohtainen riskinsä kuolla liikenteessä kuljettajana. Viiteriskien ansiosta vastaajat pystyivät arvioimaan kuolemisriskinsä suhteellisen järkevälle tasolle. Vastaajien arvioiman henkilökohtaisen riskin keskiarvoksi saatiin 51/100 000 ja mediaaniksi 10/100 000. Viimeksi mainittu on sama kuin tilastojen osoittama keskimääräinen kuolemisriski Ruotsissa. Mielenkiintoista on se, että yleensä vastaajat pitivät itseään selvästi keskimääräistä parempana kuljettajana. Seuraavassa taulukossa 6 esitellään Perssonin saamat tulokset vastaajien riskiarvioista. Tässä taulukossa korjattu keskiarvo on laskettu poistamalla kymmenen suurinta ääriarvoa.

Kysymys	Keskiarvo	Korjattu keskiarvo	Mediaani	Keskiahajonta	n
10. a. Vastaajan arvio keskimääräisen kuljettajan vuotuisesta riskistä kuolla	84	65	50	+/- 7	494
b. Vastaajan arvio omasta vuotuisesta riskistään kuolla onnettomuudessa	51	27	10	+/- 9	490

Taulukko 6: Vastaukset riskinarviointikysymyksiin (todennäköisyydet muotoa $x/100\,000$).

Lähde: Persson 1991.

Kuvattaessa riskiä ja sen muutoksia todennäköisyyksien avulla on erittäin oleellista, että haastateltavat ymmärtävät tilanteen riittävän hyvin pystyäkseen myös tekemään päätöksiä eri asiantilojen suhteen. Pienet todennäköisyydet ovat tavalliselle haastateltavalle yleensä hyvin abstrakteja, ja niiden havainnollistaminen sekä ymmärtämisen testaaminen ovatkin suoran kyselytutkimuksen tulosten luotettavuuden kannalta keskeisiä ongelmia. Molemmissa tutkimuksissa (Jones-Lee et al. 1987, Persson 1991) testattiin pystyvätkö vastaajat erottamaan kahdesta erisuuruisesta todennäköisyyden muutoksesta "edullisemmän". Jones-Lee esitti tätä koskevan kysymyksen seuraavasti:

Kuvittele, että sinä joudut kohtaamaan kaksi vaihtoehtoista riskiä kuolla:

- ensimmäisessä riski kuolla on $2/100\,000$
- jälkimmäisessä riski kuolla on $20/100\,000$.

Sinä et voi välttää kumpaakaan riskeistä, mutta voit valita toisen riskeistä pienenevän seuraavasti:

- riski $2/100\,000$ pienenee $1/100\,000$:aan
- riski $20/100\,000$ pienenee $15/100\,000$:aan

Kumman tällöin valitsisit?

Todennäköisyyksiä havainnollistettiin $100\,000$ ruudun millimetripaperiarkilla, josta mustattiin esim. 20 ruutua kuvaamaan todennäköisiä kuolemantapauksia.

Valinnan vaikeutta pyrittiin lisäämään sillä, että ensimmäisessä vaihtoehdossa suhteellinen muutos oli suurempi kuin jälkimmäisessä, mutta absoluuttisten muutosten osalta tilanne oli päinvastainen. Koska molemmat riskit oli kohdattava samanaikaisesti, oli "oikea" vastaus absoluuttisesti suuremman muutoksen, eli jälkimmäisen vaihtoehdon valinta.

Jones-Lee piti pettymyksenä sitä, että ainoastaan 48% vastaajista valitsi "oikean" vaihtoehdon. Syyksi hän arveli, että vastaajat eivät

ymmärtäneet tarpeeksi hyvin joutuvansa joka tapauksessa altistumaan kummallekin riskille samanaikaisesti, vaan käsittivät ne lähinnä kahdeksi vaihtoehtoiseksi tilanteeksi, joista heidän tuli valita edullisempi.

Persson esitti saman kysymyksen korostaen, että molemmat riskit joutuu kohtaamaan samanaikaisesti ja sai selvästi enemmän "oikeita" vastauksia (62%).

Jones-Leen tutkimuksessa arvotuskysymyksiin saaduissa vastauksissa ei kuitenkaan havaittu riskin väärinymmärtämisen aiheuttamia vääristymiä (Jones-Lee et al. 1987). Jones-Lee, Loomes ja Philips testasivat riskin ymmärtämistä myös parhaillaan käynnissä olevan, loukkaantumisten arvottamistutkimuksen pilottivaiheessa. Riskin havainnollistamismenetelmää oli paranneltu ja tulokset olivat erittäin rohkaisevia. (Jones-Lee et al. 1990)

Vastausten johdonmukaisuus

Jones-Lee antoi tutkimuksessaan suuren painon vastaajien johdonmukaisuuden testaamiselle. Vastaajien yleistä johdonmukaisuutta testattiin kysymyksellä, jossa vastaajien piti tehdä johdonmukaisia valintoja peräkkäisissä vaihtoehtokysymyksissä, joihin ei suoranaisesti liittynyt todennäköisyyksien arviointia (todennäköisyydet pysyivät vakiona). Kolmeen peräkkäiseen kysymykseen 75% vastaajista vastasi johdonmukaisesti. (Jones-Lee et al. 1987)

Lisäksi tutkittiin vastaajien vastausten johdonmukaisuutta kysymyksissä, joissa oli mukana todennäköisyyksien muutoksia.

Kysely sisälsi yhteensä kuusi erillistä johdonmukaisuus- tai käsityskykykysymystä (Jones-Lee et al. 1987):

- Kaksi kysymystä mittasi vastaajien suhteellista arvostusta erisuuruisiin riskin pienentymisiin. Esim. vastaukset, joissa pienemmälle riskin pienentymiselle annettiin suurempi arvo kuin suuremmalle riskin pienentymiselle, laskettiin epäjohdonmukaisiksi.
- Kaksi kysymystä mittasi vastaajien kykyä arvioida eri liikennemuotojen välisiä suhteellisia onnettomuusfrekvenssejä. Henkilöt, jotka arvioivat esim. moottoripyörille tapahtuvan suhteessa vähemmän onnettomuuksia kuin autoille, luokiteltiin epäjohdonmukaisiksi.
- Yhdessä kysymyksessä testattiin vastaajien kykyä vertailla kahta erisuuruista todennäköisyyden muutosta.

- Yhdessä kysymyksessä testattiin vastaajien johdonmukaista päätöksentekoa epävarmuuden vallitessa.

Johdonmukaisuudesta neljässä ensimmäisessä kysymyksessä sai yhden pisteen kysymystä kohti ja kahdessa viimeisessä kaksi pistettä kysymystä kohti. Jos johdonmukaisuutta ei pystytty mittaamaan (esim. ei vastausta), annettiin puoli pistettä.

Luottamusta vastaajien johdonmukaisuuteen antoi se, että yli puolet vastaajista sai testissä vähintään viisi pistettä kahdeksasta. Toisaalta epäjohdonmukaisuutta osoitti se, että arvotuskysymyksissä 18a ja b yhteensä 42% vastaajista ja kysymyksissä 20a ja b yhteensä 47% vastaajista antoi saman arvon erisuuruksille riskin pienenemisille.

Ilmoitettujen maksuhalukkuuksien "luotettavuus"

Haastateltavien ilmoittamien arvojen luotettavuus on varmasti yksi vakavimmista epäilyn aiheista, joita on esitetty käytettyä menetelmää vastaan. Toisaalta on myös erittäin vaikeaa osoittaa milloin ihmiset ilmoittavat "todenmukaisia" arvoja ja milloin he ovat "epärehellisiä". Kun kysymyksessä ovat yksilön omat arvostukset, voidaan myös kysyä kuka on "oikeutettu" arvioimaan haastateltavien mielipiteitä.

Jones-Leen tutkimuksen alkuvaiheessa aiheesta käytiin vilkasta keskustelua ja esitettiin mm. seuraavanlaista kritiikkiä (Jones-Lee et al. 1987):

- Vastaukset eivät kuvasta todellista maksuhalukkuutta, vaan ne on "vedetty hihasta".
- Vastaajilla ei ole minkäänlaista käsitystä esitetyistä todennäköisyyksistä ja niiden muutoksista.
- Vastaajat käyttävät arviointinsa pohjana subjektiivisia todennäköisyyksiä.

Palautteena edelliseen esitettiin mm. seuraavaa:

- Ei ole mitään syytä uskoa, että ihmiset eivät ole halukkaita ilmaisemaan todellista maksuhalukkuuttaan muulloin kuin ns. free-rider -ongelmassa. Se on yleisempi kysyttäessä ihmisten maksuhalukkuutta selkeästi yhteishyödykkeiksi rinnastettavista hyödykkeistä (ihmiset pyrkivät tietoisesti ilmoittamaan pienemmän summan, koska uskovat oman maksuvelvoitteensa olevan pienempi, jos hyödyke todella tarjotaan).

- "Hihasta vedetyt" arvot on helppo paljastaa muutamalla kysymyksellä, joilla pystytään toteamaan vastausten keskinäinen johdonmukaisuus.
- Vaikka ihmiset yleensä yliarvioivat pieniä todennäköisyyksiä ja aliarvioivat suuria todennäköisyyksiä, he arvioivat tavanomaisen riskin sisältäviä tilanteita melko hyvin.

Jones-Lee projektiryhmineen totesi, että vastausten luotettavuus ("oikeellisuus") ei ole absoluuttisesti todettavissa, mutta kyselyyn tulee sisällyttää tiettyjä sisäisiä testejä, joiden avulla voidaan ehkäistä "selvästi epäluotettavien" vastausten vaikutus tuloksiin.

Jones-Leen mukaan kysymyksistä 18a ja b sekä 20a ja b laskettujen elämän arvojen jakaumat olivat melko yhtäläiset, minkä hän uskoi myös puhuvan arvojen luotettavuuden puolesta.

Sekä Jones-Lee että Persson kysyivät myös **vastaajilta itseltään** heidän suhtautumistaan kyselyyn. Vastaukset on koottu seuraavaan taulukkoon 7.

Kysymys vastaajalle	kaikki (%)	useimmat (%)	muutama (%)	ei yhtään (%)	ei osaa sanoa (%)
Kuinka moneen kysymykseen sinulla oli vaikeuksia vastata					
-Jones-Lee:	2	10	73	15	ei mahd.
-Persson:	11	28	42	16	3

Taulukko 7: Haastateltujen kokemus kysymysten vaikeusaste.

Lähde: Jones-Lee et al. 1987, Persson 1991.

Jones-Leen tutkimuksessa kysyttiin myös **haastattelijan käsityksiä** vastaajien suhtautumisesta ja kyvystä vastata heille esitettyihin kysymyksiin. Haastattelijoiden antaman palautteen mukaan suurin osa vastaajista (77%) oli yleisesti ottaen kiinnostuneita kysymyksistä ja 79% ymmärsi riskin esittämisen muodossa $x/100\ 000$. Haastattelijoiden arviot haastateltujen vastauskyvykkyydestä on koottu taulukkoon 8.

Kysymys haastattelijalle	Kyllä, ei antanut arvoa (%)	Kyllä, mutta antoi arvon (%)	Vaikeuksia osassa kysymyksiä (%)	Ei ongelmia (%)	Haastattelija epävarma asiasta (%)
Oliko vastaajalla vaikeuksia ilmoittaa rahallisia arvoja eri suuruisille riskin muutoksille?	4	32	20	43	1

Taulukko 8: Haastattelijan käsitys vastaajien kyvystä ilmaista maksuhalukkuutensa.

Lähde: Jones-Lee et al. 1987.

Tulokset osoittivat, että haastattelijoiden yleinen käsitys vastaajien kyvyistä arvioida pieniä riskin muutoksia ja antaa niille rahamääräisiä arvoja oli positiivinen.

Jones-Leen tutkimuksessa testattiin myös moniosaisten arvotuskysymysten esittämisjärjestyksen vaikutusta keskimääräiseen maksuhalukkuuteen. Kysymykset esitettiin 52%:lle vastaajista alkuperäisessä järjestyksessä ja 48%:lle päinvastaisessa järjestyksestä. Järjestyksellä todettiin olevan jonkin verran vaikutusta tuloksiin, mutta tilastolliset testit osoittivat sen merkityksen olevan kyseenalainen. Kysymysten esittämisjärjestyksen mahdollisesti aiheuttamaa tulosten vääristymistä ei siis ole syytä pitää huolestuttavana.

Jones-Lee testasi myös muuttuvatko vastaajien ilmoittamat maksuhalukkuudet, jos heille esitetään sama kysymys hieman myöhemmin. Jälkikysely tehtiin 210 vastaajalle keskimäärin 27 päivän kuluttua varsinaisesta haastattelusta. Tämä käsitti vain yhden arvotuskysymyksen, kun alkuperäisessä oli yhteensä 10 arvotuskysymystä. Jos vastaajat olisivat "vetäneet hihasta" alkuperäiset vastauksensa arvotuskysymyksiin, niin olisi erittäin epätodennäköistä, että he pystyisivät muistamaan antamansa vastaukset.

Jälkikyselyn ja alkuperäisen haastattelun välisten erojen hajonta oli suuri, mutta yli puolella vastaajista (59%) muutos oli kuitenkin enintään ± 5 . Maksuhalukkuuksien keskiarvon suuri alentuminen selittyi suurimmalta osin sillä, että vastausten "200 puntaa tai enemmän" lukumäärä pieneni seitsemällä. (Jones-Lee et al. 1987)

5.4 Loukkaantumiseen johtavien onnettomuuksien arvottaminen

Kun kuoleman aiheuttamien hyvinvoinnin menetysten arvottamisessa yksilöiden preferensseihin perustuen on saatu rohkaisevia tuloksia, on tutkijoiden mielenkiinto kohdistunut yhä haastavampien liikenneonnettomuuksiin liittyvien ongelmien, kuten eri asteisten loukkaantumisten, arvottamiseen. Tämä onkin oleellista, koska muiden kuin kuolemaan johtavien liikenneonnettomuuksien määrä on huomattavan suuri, ja lisäksi kuolonkolarien ennaltaehkäisyyn tähtäävillä toimenpiteillä ei aina voida estää itse onnettomuuden syntymistä vaan ainoastaan vähentää niiden vakavuusastetta.

5.4.1 Kokemuksia ihmisten suhtautumisesta loukkaantumisriskiin

Yksilöiden arvostuksiin perustuvia empiirisiä tutkimustuloksia loukkaantumisten arvosta ei vielä toistaiseksi ole saatavissa, mutta ainakin kaksi laajamittaista tutkimusprojektia on käynnistetty niiden selvittämiseksi (Jones-Lee et al., Iso-Britannia ja Persson, Ruotsi). Ulkomailla tilastollisen ihmishengen arvottamiseksi tehdyissä empiirisissä

tutkimuksissa on kuitenkin kokeiluluonteisesti kysytty ihmisten suhtautumisesta loukkaantumisriskiin, mutta niiden antamat tulokset eivät tarjota riittävää perustaa päätöksenteolle.

Vuoden 1987 tutkimuksessaan Jones-Lee kysyi haastatelluilta kumman kahdesta seuraavasta riskistä he valitsisivat:

- riski kuolla 10/100 000
- riski loukkaantua vakavasti 1000/100 000 (vakavuutta ei määritely).

Yli puolet vastaajista (63%) preferoi kuolemisriskiä, eli he pitivät kuolemaa korkeintaan sata kertaa vakavampana kuin vakavaa loukkaantumista.

Persson (1991) kysyi haastateltavilta suoraan, kuinka paljon he olisivat valmiita maksamaan kasvojen ruhjoutumis- ja aivotärähdyksriskin puolittamisesta. Kyseisten vammojen estämisen arvoiksi hän sai 5,1 (ruhjeet kasvoissa) ja 4,2 (aivotärähdys) milj. SEK keskiarvolla mitattuna sekä 1,0 ja 0,8 milj. SEK mediaanilla mitattuna.

Myös keväällä -91 valmistuneessa Uuden-Seelannin elämänarvotutkimuksessa (Miller & Guria 1991) selvitettiin kuoleman vakavuutta suhteessa vakaviin loukkaantumisiin ja pysyvästi vammauttaviin pään loukkaamisiin. Loukkaantumisten seuraukset oli määriteltä seuraavasti:

Vakava loukkaantuminen:

- sairaalahoidossa vähintään viikon
- hoitona esim. haavojen tikkausta tai luiden korjaamista
- täydellinen toipuminen kestää sairaalahoidon jälkeen kuukauden

Pysyvästi vammauttava pään loukkaaminen:

- pysyvä aivovaurio
- sairaalahoidossa useita kuukausia
- ympärivuorokautinen hoidon tarve lopun ikää
- ajatukset pikkulapsen tasolla
- puhekyvyttömyys
- lopun elämäänsä liikuntakyvytön ilman ulkopuolista apua.

Kyselyn tuloksena Uudessa-Seelannissa todettiin, että noin 30 vakavan loukkaantumisen estäminen vastaa yhden kuoleman estämistä ja että edellä kuvatun pysyvän vammautumisen estäminen on vähintään yhtä tärkeää kuin kuolemantapauksen estäminen.

Edellä esitettyjen tulosten perusteella on vaikeaa tehdä yleistäviä johtopäätöksiä, koska onnettomuustyyppien määrittely on ollut hyvin väljää ja vaihtelevaa. Kuitenkin on selvää, että ihmiset antavat eri arvoja

loukkaantumisen välttämiseksi sen vakavuudesta riippuen ja pitävät joitain loukkaantumisen seuraamuksia yhtä vakavina tai jopa vakavampina kuin kuolemaa.

5.4.2 Liikenneonnettomuuksien terveydellisten seuraamusten luokittelu

Empiirisen tutkimuksen toteuttamisen ja tulosten hyödynnettävyyden kannalta on oleellista, että käytettävissä on riittävästi tietoa liikenneonnettomuuksille tyypillisimpien seuraamusten luonteesta ja niiden todennäköisyyksistä. Eriasteiset loukkaantumiset tulisi pystyä tiivistämään kohtuulliseen määrään tyyppiluokkia, jotta haastateltavia ei uuvuteta liiallisella kysymysmäärällä. Loukkaantumisille tyypillisiä seuraamuksia on yleensä pyritty luokittelemaan onnettomuuden aiheuttaman invaliditeetin, kivun määrän, sairaalahoidon tarpeen ja lopullisen toipumisajan mukaan.

Jones-Lee, Loomes ja Philips ovat loukkaantumiseen johtavien onnettomuuksien arvottamiseen tähtäävässä tutkimuksessaan edenneet vaiheeseen, jossa he ovat alustavasti testanneet neljää eri kyselylomaketta. Heidän onnettomuuksien vakavuusasteiden kuvauksensa ja niiden todennäköisyydet perustuvat Dr. Tunbrigen ja Prof. Galaskon tekemiin tutkimuksiin. Terveystila-asteikon ääripäinä olivat haastateltavan normaali terveystila ja kuoleman aiheuttava loukkaantuminen, joiden lisäksi oli määritelty kahdeksan eriasteista terveystilaa. Luokat määriteltiin sairaalahoidon tarpeen ja sairaalan jälkeisten vaikutusten mukaan. Seuraavassa on esimerkinomaisesti esitetty kolme kuvausta onnettomuuden seurauksista (Jones-Lee et al. 1990):

Lievä loukkaantuminen

- äkillinen tärähdys/isku, joka ei aiheuta tarvetta sairaalahoitoon
- Jälkivaikutukset*
- toistuvaa kipua/epämukavuutta niskassa ja/tai selässä
- niska/selkävivun aiheuttamia rajoituksia työnteossa ja vapaa-ajanvietossa
- täydellinen toipuminen 1-3 vuodessa, ei pysyvää invalidisoitumista.

Loukkaantuminen, johon liittyy sairaalahoito ja keskivaikeita pysyviä terveydellisiä vaikutuksia

Sairaalassa

- 1-4 viikkoa
- kohtalaisesta kovaan kipuun

Sairaalan jälkeen

- vähitellen lieventyvää kipua, joka saattaa ilmaantua uudelleen, kun osallistuu johonkin toimintaan

- rajoituksia vapaa-ajanvietossa ja mahdollisesti työnteossa lopun ikää.

Loukkaantuminen, johon liittyy pitkäaikaista sairaalahoitoa ja hyvin vakavia terveydellisiä vaikutuksia

Sairaalassa

- useita viikkoja, mahdollisesti kuukausia
- kallovammojen aiheuttama vakava, pysyvä aivovaurio

Sairaalan jälkeen

- henkinen ja fyysinen kyvykkyys heikentynyt runsaasti lopun elämää
- riippuvainen muista ihmisistä monissa fyysisissä tarpeissa, kuten ruokailu ja henkilökohtainen siisteys.

Ruotsissa Persson on aloittanut kolme vuotta kestäväen seurannan viidessä ruotsalaisessa sairaalassa tyypillisimpien liikenneonnettomuuksien terveysvaikutusten selvittämiseksi. Sairaaloihin tuotuja onnettomuuden uhreja pyydetään itse arvioimaan oma terveydentilansa asteikolla, jonka dimensioina ovat kyvyttömyyden ja kivun määrä sekä uhrien huoli tulevaisuudesta. Arviot pyydetään potilailta säännöllisin väliajoin, jotta saataisiin myös käsitys haittojen vähentymisen nopeudesta ja mahdollisesta pysyvyydestä. Kolmen vuoden kuluessa on tavoitteena kerätä 4 000 tapausta käsittävä empiirinen aineisto, jonka perusteella onnettomuuksien seuraamusten luokittelu ja todennäköisyyksien määrittely voidaan suorittaa. (Persson, haastattelu 4/1991)

5.4.3 Loukkaantumisten arvottaminen

Loukkaantumisen eri vakavuusasteet voidaan arvottaa joko absoluuttisina tai suhteutettuina esim. kuoleman arvoon. Absoluuttisia arvoja haettaessa voidaan periaatteessa käyttää vastaavaa menetelmää kuin kuolemanriskiä arvotettaessa. Haastateltavilta kysytään siis kuinka paljon he enimmillään olisivat valmiita maksamaan tietyn tyyppisen loukkaantumisriskin pienentämisestä. Sama menettely toistetaan kunkin terveydentilakuvauksen kohdalla. Jones-Lee kumppaneineen testasi kyselylomakekokeilussaan em. menetelmää liittämällä loukkaantumisriskin pienentymisen kuviteltuun turvalaitteeseen, joka lomakkeen yhdessä versiossa olisi tarjonnut suojan auton koko eliniäksi ja toisessa versiossa 12 kuukaudeksi.

Suhteellisia painoarvoja Jones-Lee kolleegoineen pyrki arvioimaan ns. perusuuhkapelikysymyksillä ja kysymällä ihmisten halukkuutta "maksaa" tietyn onnettomuustyyppin todennäköisyyden pienenemisestä jonkin toisen onnettomuustyyppin todennäköisyyden lisääntymisellä. Kokeilu osoitti, että ihmisten oli erittäin vaikea ymmärtää eri riskien keskinäistä

vaihdettavuutta, mutta uhkapeliin perustuva menetelmä todettiin erittäin lupaavaksi.

Perusajatuksena uhkapelikysymyksessä oli, että haastateltaville esitettiin korteilla eri terveydentilavaihtoehtojen yhteydessä seuraavanlainen tilannekuvaus:

"Kuvittele, että olisit liikenneonnettomuuden seurauksena joutunut tämän kortin osoittamaan terveydentilaan (jokin kortti haastateltavan mielestä huonoimman ja parhaimman terveydentilan väliltä, jotka yleensä ovat kuolema ja normaali terveydentila). Sairaalassa sinulle kerrotaan, että sinun tapaukseen on mahdollista soveltaa erikoishoitoa, joka onnistuessaan muuttaa terveytesi tämän kortin osoittamaan tilaan (haastateltavan mielestä paras vaihtoehto). On kuitenkin olemassa riski, että hoito epäonnistuu, jolloin seurauksena on kuolema/tämän kortin osoittama invalidisoituminen (haastateltavan huonoimmaksi valitsema vaihtoehto). Sinun on päätettävä suostutko hoitoon vai et."

Tämän jälkeen haastateltavalle esitetään operaation onnistumisen ja epäonnistumisen todennäköisyydet muodossa $x/100$ (esim. $90/100$ ja $10/100$). Mikäli haastateltava ilmoittaa, ettei hän suostuisi hoitoon esitetyllä riskillä, muutetaan todennäköisyyksiä siten, että hoidon onnistumisen mahdollisuudet paranevat ja esitetään kysymys uudelleen (Jones-Lee et al. 1990). Menettely on periaatteessa sama kuin tarjouspeliä käytettäessä, mutta markkamääräisten maksujen hyväksymisen sijasta haetaan kuolemanriskin ja tietyn loukkaantumistyyppin välistä suhteellista tasapainopistettä. Kun loukkaantumisen ja kuoleman keskinäinen painotussuhde on löydetty, saadaan loukkaantumisen absoluuttinen arvo kertomalla tilastollisen elämän arvo tällä suhdeluvulla.

Esitutkimuksessaan Jones-Lee et al. (1990) päätyivät suosittelemaan, että varsinainen tutkimus perustuisi lähinnä uhkapeli -menetelmään. Menetelmän valinta perustui mm. seuraaviin seikkoihin:

- riskin ymmärrettävyys muodossa $x/100$
- tilannekuvauksen uskottavuus
- rahan ja riskin tai riskin ja riskin välisten trade-offien käytön tarpeettomuus
- tiettyyn riskiin ja vastaajaan itseensä kohdistuvan päätöksen luontevuus
- kysymysten suhteellinen yksinkertaisuus.

Myös haastattelijoiden mukaan haastatellut ymmärsivät kysymykset yleisesti ottaen hyvin ja vastasivat huolellisesti, eikä vastauksissa ollut havaittavissa merkittäviä vääristymiä. (Jones-Lee et al. 1990)

Suosituksena oli kuitenkin, että pienelle aliotokselle esitettäisiin suoria arvotuskysymyksiä, koska menetelmien monipuolistaminen on toivottavaa tämältyyppisessä tutkimuksessa. Absoluuttiset arvot täydentävät ja varmistavat uhkapeliversion tuottamia suhdelukuja ja lisäksi niiden avulla on mahdollista verrata saatuja tuloksia aikaisemmin tehtyyn elämänarvotutkimukseen. Suorien kysymysten esittämiseen he suosittelivat muunnelmaa kokeiluversiosta, jossa riskiä alennettiin vuoden kestävän kuvitellun turvalaitteen avulla, koska "auton koko elinikä" aikajänteenä osoittautui ongelmalliseksi. (Jones-Lee et al. 1990)

5.5 Materiaalivahinkojen ja muiden kustannusten arvottaminen

Tässä yhteydessä on syytä kiinnittää huomiota myös pelkkiä materiaalivahinkoja aiheuttaviin liikenneonnettomuuksiin, koska niiden osuus kaikista onnettomuuksista on huomattavan suuri. Esimerkiksi vuonna 1987 yhtä kuolemaan johtanutta onnettomuutta kohti tapahtui yli 200 pelkkään materiaalivahinkoon johtanutta onnettomuutta (LTT 1990).

Vain materiaalivahinkoja aiheuttavien liikenneonnettomuuksien arvottamisessa on käytetty lähinnä resurssisidonnaisuusperiaatetta. Voidaan kuitenkin olettaa, että ihmiset olisivat halukkaita maksamaan jotain myös pelkän peltikolarin välttämiseksi, vaikka aiheutunut vahinko korvattaisiin heille täysimääräisenä. Tällöin heidän maksuhalukkuutensa kuvastaisi onnettomuustilanteen ja sen selvittämisen epämielilyttävyyttä tai kiusallisuutta ja siten se tulisi lisätä resurssikustannuksiin.

Tämän kiusallisuus- ja epämielilyttävyysskomponentin mittaaminen saattaa kuitenkin olla erittäin ongelmallista. Tutkimusta aiheesta ei tietyvästi ole tehty, joten kyseisen arvostuskomponentin koostumuksesta ei ole saatavissa tietoa. On luultavaa, että jokin osa kyseisestä maksuhalukkuudesta kuvastaa taloudellisen menetyksen mahdollisuutta tai pelkoa loukkaantumisesta. Mikäli tämä pitää paikkansa, on olemassa huomattava kahdenkertaisen laskennan riski loukkaantumiskustannusten ja resurssikustannusten osalta. Lisäksi lienee vaikeaa esittää ihmisille uskottavasti sellaista toimenpidemahdollisuutta, joka pienentäisi riskiä joutua peltikolariin.

Liikenneonnettomuuksien aiheuttamien hallinnollisten ja sairaanhoidon kustannusten arvottamisessa maksuhalukkuuteen perustuva mittaaminen ei ole mahdollista, vaan niiden kohdalla on nojaututtava resurssisidonnaisuusperiaatteeseen.

5.6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Liikenneonnettomuuksien aiheuttamien kustannusten arvottamiseen tähtäävissä, maksuhalukkuuden kysymiseen perustuissa tutkimuksissa on voimakkaasti painotettu kuolemaan johtaviin onnettomuuksiin. Merkittävimmissä empiirisissä tutkimuksissa (Iso-Britannia 1987, Itävalta 1989, Ruotsi 1991 ja Uusi-Seelanti 1991) tilastollisen elämän arvon estimointi on perustunut ihmisten halukkuuteen maksaa kuolemaan johtavan onnettomuuden todennäköisyyden tietynsuuruudesta pienenemisestä. Tilastollisen ihmishengen säästämisen arvo on laskettu jakamalla ihmisten ilmoittama em. maksuhalukkuuden mukainen rahamäärä kyseisellä todennäköisyyden muutoksella. Toistaiseksi näitä tutkimuksia on tehty suhteellisen vähän ja ne ovat olleet jossain määrin perustutkimustyyppisiä. Niissä käytetty lähestymistapa ja mittaamismenetelmä on ollut sama kuin Jones-Leen pioneerityössä, mutta kysymysten luonne ja esittämistavat vaihtelevat eri tutkimuksissa.

Sekä Iso-Britanniassa että Ruotsissa on aloitettu empiiriset maksuhalukkuustutkimukset muiden kuin kuolemaan johtavien henkilövahinkojen arvottamiseksi. Ongelmalliseksi arvottamisen tekee loukkaantumisseurausten tyypittely siten, että tyyppiluokkien määrä ei muodostu liian suureksi. Brittien tutkimus on ruotsalaista pidemmällä, ja he ovat suorittaneet neljän eri kysymyslomakemallin esitestauksen. Testauksen perusteella he päätyivät suosittamaan varsinaisessa tutkimuksessa käytettäväksi pääasiassa eri loukkaantumisten arvottamista suhteutettuna kuolemaan johtavan loukkaantumisen hintaan, mutta suosittelivat rinnakkaisena menetelmänä käytettäväksi suoraa maksuhalukkuuden kysymistä.

Vaikka yksilöiden maksuhalukkuuksien mittaamiseen liittyy monia vielä avoimia kysymyksiä ja menetelmän luotettavuutta vastaan on esitetty runsasta kritiikkiä, on tutkimusten määrän lisääntymisen ja niiden huolellisen jälkianalysoinnin ansiosta pystytty kartoittamaan menetelmän käytön suurimmat ongelmat. Henkilövahinkojen arvottamisessa keskeisen ongelman muodostaa se, että haastateltavien on melko vaikeaa ymmärtää pienten todennäköisyyksien muodossa esitettyä fyysistä riskiä ja sen muutosta. Lisäksi tulosten tulkintaa vaikeuttaa vastaukseksi saatujen maksuhalukkuusestimaattien suuri hajonta. Kuitenkin brittien meneillään olevan tutkimuksen pilottivaiheessa saadut tulokset haastateltujen kyvystä ymmärtää pienten todennäköisyyksien keskinäistä paremmuutta ja niiden muutoksia olivat huomattavasti rohkaisevampia kuin mitä aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittu.

Vain materiaalivahinkoihin johtavien onnettomuuksien aiheuttamaa epämiellyttävyyttä ja harmitusta ei ole toistaiseksi pyritty arvottamaan yksilöiden maksuhalukkuuksiin perustuen, vaikka se periaatteessa olisikin perusteltua. Tutkimustiedon puute kyseisen arvostuskomponentin

koostumuksesta vaikeuttaa sen perusteellista analysointia ja mahdollisen empiirisen kokeilun suorittamista. Liikenneonnettomuuksien aiheuttamien materiaali- ja vahinkojen, hallinnollisten ja sairaanhoidon kustannusten arvottamisessa on luontevaa nojautua resurssisidonnaisuuteen perustuviin arvotusmenetelmiin.

6 LIIKENTEESSÄ KULUVAN AJAN ARVOTTAMINEN

6.1 Liikenteessä kuluva aika kustannustekijänä ja ajan arvottamisessa käytössä olleet menetelmät

Liikenteessä kuluva aika voidaan jakaa **henkilöajasta, ajoneuvokalustosta ja kuljetettavasta tavarasta** riippuviin komponentteihin. Ajoneuvokaluston ajasta riippuvat kustannukset lasketaan tavallisesti ajoneuvokustannuksiin eikä varsinaisiin aikakustannuksiin kuuluviksi. Tämän komponentin kohdalla tulee arvottamisperusteena kyseeseen lähinnä resurssisidonnaisuusperiaate. Myös kuljetettavan tavarahan mahdollista aikakustannusta laskettaessa tulee arvottamisperusteena kyseeseen lähinnä resurssisidonnaisuusperiaate. Kyseessä olisi tällöin lähinnä pääoman kierroksen hidastumisen aiheuttama korkokustannus. Tosin on huomattava, että tieinvestointihankkeiden edullisuusvertailujen kannalta lienee kuljetettavan tavarahan aikakustannusero yleensä täysin marginaalinen.

Liikenteessä kuluva henkilöaika muodostaa hyvin keskeisen osan tieliikenteen liikennöimiskustannusten kokonaismäärästä.¹¹ Myös tiehankkeiden edullisuusvertailuissa on aikakustannuksilla usein keskeinen rooli vertailujen lopputulosten kannalta (ks. kohta 2.2.2.1 edellä). Näiden vertailujen kannalta onkin ajan arvottamisella ratkaisevan tärkeä merkitys.

Liikenteessä kuluva henkilöaika voidaan jakaa kahteen pääryhmään eli **työaikaan ja vapaa-aikaan**. Näistä jälkimmäisen komponentin osuus on aikaa mittapuuna käyttäen täysin hallitseva. Tämän mukaan on siis nimennomaan liikenteessä kuluvan vapaa-ajan arvottamisella ratkaiseva merkitys tiehankkeiden edullisuusvertailujen kannalta.

Henkilöajan arvotus työajan osalta on sekä meillä että muualla yleensä tapahtunut resurssisidonnaisuusperiaatteen mukaan. Tämä koskee sekä yritysten varsinaista kuljetushenkilöstöä että muuta henkilöstöä.¹² Yksikköarvona on pidetty keskimääräistä bruttotuntipalkkaa henkilösivukustannuksilla lisättynä.¹³ Tätä arvotusperustetta voitaneen pitää varsin hyvin perusteltuna. Ruotsin osalta voidaan mielenkiintoisena yksityiskoh-

¹¹ Tiehallitukselta saatujen tietojen perusteella tieliikenteen liikennöimiskustannusten kokonaismäärä vuonna 1990 on tässä arvioitu **suuruusluokaltaan 65 mrd mk**. Liikennöimiskustannuksiin on tällöin luettu mukaan ajoneuvokustannukset, aikakustannukset ja onnettomuuskustannukset. Aikakustannusten osuus em. kokonaismäärästä on noin 40%.

¹² Ks. Liikenneministeriö, Liikenteessä kuluvan ajan arvo, Luku 4.

¹³ Vuodesta 1990 alkaen on Suomen tielaitos käyttänyt henkilöautojen kohdalla työajan arvona 1,3 kertaa teollisuustyöntekijän keskimääräinen bruttotuntipalkka sosiaalikululla lisättynä. Huomattakoon, että vastaavanlaista kerrointa ei ole otettu käyttöön paketti-, kuorma- ja linja-autojen kuljetushenkilöstön kohdalla.

tana mainita, että bruttopalkan henkilösivukustannuksilla lisättyä yksikköarvoa on pidetty tarpeellisena korjata ylöspäin liikevaihtoverokertomella, koska näin saadaan ruotsalaisen näkemyksen mukaan paremmin työajan markkina-arvoa kuvaava arvo.¹⁴

Yksilön palkkakustannuksen henkilösivukustannuksineen voidaan katsoa keskimäärin kuvaavan työajan menetyksen arvoa työnantajalle. Tällöin ei kuitenkaan tule huomioitua sitä, että myös työntekijä saattaisi olla valmis maksamaan jotain työaikana liikenteessä kuluvan aikamenetyksen välttämiseksi, vaikka hän ei ottaisi lainkaan huomioon työnantajalle syntyviä menetyksiä.

Henkilöajan arvotus vapaa-ajan osalta näyttää tapahtuvan kaavamaisesti olettaen, että vapaa-ajan yksikköarvo on tietty osuus työajan yksikköarvosta. Tältä osin on usein käytetty suurempaa osuutta työmatkojen sekä asiointi- yms. matkojen kuin muiden vapaa-ajan matkojen kohdalla. Suomessa mainittu osuus on työ- ja asiointimatkojen kohdalla ollut 35% bruttopalkasta sekä muiden vapaa-ajan matkojen osalta 20% bruttopalkasta.

Vapaa-ajan em. arvotuksen osalta viitataan kirjallisuudessa siihen, että käytetyt yksikköarvot (vaikka ne ilmoitetaan tietyinä prosenttina palkasta) perustuvat tutkimuksiin, joissa vapaa-ajan matkan ajan arvoksi on saatu 15-35% matkustajan tuntipalkasta (Ruotsi) tai ihmisten halukkuuteen maksaa matka-ajan säästöstä.¹⁵ Varsinaisiin laaja-alaisempiin maksuhalukkuustutkimuksiin nojautumisesta ei näytä olevan kyse.

6.2 Vapaa-ajan yksikköarvon määräytymiseen vaikuttavat tekijät

Edellä esitetyn perusteella ajan arvottamisongelma koskee nimenomaan vapaa-ajan arvottamista. Tieinvestointihankkeissa on ajan arvotuksen osalta yleensä kyse siitä, että hanke (esim. tien oikaisu) lyhentää liiken-

¹⁴ Ruotsissa oikeammin arvonlisäverokerroin. Arvonlisä-/liikevaihtoverokertomien käyttöä voitaneen perustella seuraavasti. Työnantaja ostaa työvoimaa tuottaakseen sen avulla hyödykkeitä, jotka hän pääsääntöisesti myy markkinoille. Mikäli toiminta on LVV:n alaista, joudutaan myyntihinta määrittämään sellaiseksi, että se kattaa myös LVV:n, ts. työvoiman työn arvosta joudutaan maksamaan vero. Huomattava kuitenkin on, että vain osa tuotannollisesta toiminnasta on LVV:n alaista. LVV ei Suomessa pääsääntöisesti koske esim. palvelujen tuotantoa ja myyntiä.

¹⁵ Ks. Liikenneministeriö, Liikenteessä kuluvan ajan arvo, Luku 4. Tämän tutkimuksen mukaan useimmat ajanarvotutkimukset koskevat työmatkoja. Mainittakoon, että YK:n kehittyneitä maita koskeva suositus vapaa-ajan matkoihin kuluvan ajan arvottamiseksi on kotiperäisillä työmatkoilla 80% ja kotiperäisillä asiointi- ja ostosmatkoilla 50% palkasta. Ns. virkistysmatkojen ajalle ei YK:n suosituksessa anneta mitään arvoa. Huomattakoon, että rajanveto eri matkatyyppien välillä saattaa olla hyvinkin tulkinnanvarainen.

teessä kuluvaan aikaan. Kyse on siitä, miten tämä aikasäästö tulisi arvottaa.

Periaatteessa ajan yksikköarvoon tulisi sisällyttää vain **puhtaan ajansäästön** (tai aikamenetyksen) arvo. Käytännössä näin tapahtuva yksikköarvon määrittäminen voi olla hyvin vaikeata tai jopa mahdotonta. Tieinvestointihankkeen toteuttaminen merkitsee hyvin usein sitä, että em. aikasäästön ohella tien liikennöitävyys paranee (esim. ajomukavuus paranee sikäli, että liikenne muodostuu entistä vähemmän "nykiväksi"). Aikasäästö ja em. ajomukavuuden parantuminen kytkeytyvät siinä määrin yhteen, että niitä voi olla hyvin vaikea empiirisessä tutkimuksessa erottaa toisistaan. Edellä mainitusta puhtaudesta voidaan väittää tingittävän jo silloin, kun ajalle lasketaan oma yksikköarvonsa toisaalta joukkoliikenteessä ja toisaalta henkilöautolla liikuttaessa. Periaatteessa ajan yksikköarvon tulisi olla sama ja mahdollisen eron tulisi koostua esim. mukavuustekijöistä.

Liikenteessä kuluvalle vapaa-ajalle voidaan katsoa olevan arvoa lähinnä seuraavista syistä:

- Liikenteessä oleminen koetaan sinänsä epämiellyttäväksi ja siihen kuluvan ajan lyheneminen koetaan tämän takia myönteisenä ja ajan säästöllä on tämän takia tietty arvo.
- Liikenteessä kuluvalle ajalle on vaihtoehtoisia käyttöä ja sillä on tämän takia tietty arvo.

On korostettava, että nämä syyt eivät ole toisiaan poissulkevia.

Jo tämän perusteella on pääteltävissä, että ajan arvostus on hyvin yksilöllistä ja sen osalta on ilmeisesti samankin yksilön kohdalla olennaista vaihtelua tilanteen mukaan. Niinpä työmatkan ruuhkaliikenteessä ajan arvostus saattaa olla täysin erilainen kuin sunnuntaina tapahtuvan ns. virkistysmatkan kohdalla.

Yksilön kannalta keskeisiä liikenteessä kuluvan vapaa-ajan arvostuksen vaikuttavia muuttujia ovat kirjallisuuden mukaan:

- vapaa-ajan määrä
- matkan tarkoitus (esim. työmatka, työasiamatka, asiointimatka, virkistysmatka)
- kulkutapa
- liikenneolosuhteet (esim. ruuhkautumisen aste)
- sosioekonomiset tekijät (tulotaso, koulutustaso, ammattiasema, ikä, sukupuoli jne.).

Ajan arvostukseen vaikuttavien muuttujien määrä on suuri, joten myös ajan arvottamisongelma muodostuu monisäikeiseksi.

6.3 Ajansäästön arvottaminen maksuhalukkuuden mukaan

Liikenteessä kuluvan vapaa-ajan ajansäästön/aikamenetyksen arvottaminen voi periaatteessa tapahtua suoraa kyselymenetelmää käyttäen. Tällöin siis haastateltavia pyydetäisiin suoraan ilmoittamaan, kuinka paljon he olisivat valmiit maksamaan tietyn suuruisesta ajansäästöstä. Pelkkää suoraa maksuhalukkuuden mittaamista tutkijat ovat kuitenkin pitäneet tulosten luotettavuuden kannalta riittämättömänä. Ongelmana on ilmeisesti pidetty hankalaa kysymyksenasettelua.

Edellä s. 21 olevan kaavion suora kysely-/haastattelumenetelmä maksuhalukkuuden mukaan tapahtuvaksi ajan arvottamiseksi ei tämän mukaan ole käytännössä tarkoituksenmukainen. Poikkeuksen tässä suhteessa saattaisi tosin muodostaa ajan arvottaminen tietyn hankevertailun kohdalla, jolloin empiirinen aineisto koottaisiin nimenomaan tätä hanketta koskevana.

Maksuhalukkuusmenetelmistä tulisivat siis tässä tapauksessa kyseeseen lähinnä suora havainnointi tai epäsuora kysely-/haastattelumenetelmä.

Edellä kohdassa 4.1 on todettu, että havainnointimenetelmän avulla on vaikea arvioida yksilöiden markkamääräisiä arvostuksia ajansäästöille/aikamenetyksille. Myös ns. tulliteiden käytön perusteella on vaikea tehdä luotettavia päätelmiä nimenomaan ajansäästön arvosta, koska tulliteillä liikennöimisolosuhteet saattavat olla varsin erilaiset kuin vaihtoehtoisilla teillä.

Jäljelle jää näin ollen epäsuora kysely-/haastattelumenetelmä. Kysymyksenasettelut löydettyissä tutkimuksissa ovat olleet samansuuntaisia. Tuorein tällä menetelmällä toteutettu tutkimus on The Netherlands' "Value of Time" Study (Hague Consulting Group 1990). Se tehtiin Alankomaiden liikenneministeriölle vuosien 1987-1989 aikana. Vastaavan tyyppinen tutkimus tehtiin hieman aikaisemmin enemmän perustutkimustyyppisenä Iso-Britanniassa. Samantyyppinen projekti on suunnitteilla myös Ruotsissa. Sen kysymyksenasettelut ovat tätä kirjoitettaessa vielä melko avoimina.

Edellä mainittu Alankomaita koskeva tutkimus tehtiin kahdessa vaiheessa. Projektin ensimmäinen vaihe toteutettiin haastattelututkimuksena huoltoasemilla, pysäköintipaikoilla ja joukkoliikenteen pysäkeillä ympäri maata. Haastateltaville esitettiin yhdeksän kysymystä heidän meneillään olevasta matkasta sekä tiedusteltiin heidän halukkuudestaan osallistua projektin toiseen vaiheeseen, joka koko projektin kannalta oli keskeinen. Projektin toisessa vaiheessa mukaan suostuneille lähetettiin postitse kysely. Siinä esitettiin pareina 12 vaihtoehtoa, joissa vastaajan piti kussakin tehdä valinta kahden matkavaihtoehdon välillä. Vaihtoehtoisissa oli

vaihdeltu matkan hintaa ja siihen kuluvaan aikaan. Aikaerot vaihtoehtojen välillä olivat toisaalta 10 minuuttia ja toisaalta 20 minuuttia. Näitä voitaneen pitää verrattain suurina ainakin siinä mielessä, että aikasäästölle on jo katsottava olevan konkreettista vaihtoehtoa käyttöä.

Kirjekyselyn lomakkeista palautettiin 75%. Niistä kuitenkin viidesosa jouduttiin hylkäämään puuttuvien tai epäloogisten tietojen takia. Suurehko hylkäysprosentti viittaa siihen, että kyselylomake on ollut liian pitkä tai ja/tai kysymyksenasettelut ovat olleet jossain määrin vaikeita. Aineisto muodostui kuitenkin analyysin kannalta kokonaisuutena ottaen laajaksi.

Tulokset on analysoitu matkan tarkoitukseluokittain (työmatka, työasiamatka ja muu matka) varsin monen muuttujan mukaan. Tällaisina taustamuuttujina käytettiin tulotasoa, kotitalouden rakennetta, vastaajan ikää, ammattia ja henkilökohtaisen viikottaisen vapaa-ajan pituutta, matkan mahdollista sekundääritarkoitusta sekä matkatapaa ja matkaolosuhteita. Tutkimuksen vaihtoehtovertailussa matkojen lukumäärää ei ilmoitettu. Tarkoituksena oli se, että kohdehenkilöt yhdistävät vaihtoehtovertailun siihen tilanteeseen (matkaan), jossa heitä ensi kerran haastateltiin. Näin ollen on ollut mahdollista, että kohdehenkilöt ovat mieltäneet vaihtoehtovertailun koskevan vain yhtä matkaa. Tämän johdosta olisi syytä tehdä vastaava vertailu esim. päivittäin toistuvia matkoja koskevana. Maksuhalukkuus saattaa näissä kahdessa tapauksessa muodostua erilaiseksi, vaikka ajansäästö matkaa kohti olisikin samanlainen.

Tämän tutkimuksen varsinaisia kvantitatiivisia tuloksia ei tässä yhteydessä ole pidetty tarpeellisena esittää. Kuitenkin voidaan todeta, että liikenteessä kuluvan ajan arvon suhde tuntipalkkaan muodostuu selvästi suuremmaksi kuin Suomessa (liikenteessä kulutetun ajan arvo suhteessa palkkaan on tiehallituksen laskelmissa 35% työ- ja asiointimatkojen sekä 20% muiden vapaa-aikojen matkojen kohdalla). Työmatkojen ja muiden matkojen ajan arvo suhde on sen sijaan likimain samanlainen kuin Suomessa. Mielenkiintoisena havaintona voidaan mainita, että työasiamatkojen ajan arvo on Alankomaiden tutkimuksessa selvästi suurempi (noin 55% suurempi) kuin työmatkojen ajan arvo. Ainakin osittain tämä saattaa johtua siitä, että aineistossa mahdollisesti mukana olleiden yrittäjien ja liikkeenharjoittajien on ollut vaikea erottaa toisistaan ns. yksityisaika ja työaika.

6.4 Ajansäästön arvottamiseen liittyviä erityisongelmia

Vapaa-ajan ajansäästön arvottamiseen liittyy eräitä erityisongelmia, joita on syytä tässä yhteydessä käsitellä. Nämä ongelmat ovat seuraavat:¹⁶

1. Ajan yksikköarvon riippuvuus ajansäästön pituudesta.
2. Ajan yksikköarvon muuttuminen ajan funktiona.
3. Lasten ja eläkeläisten ajan säästön arvottaminen.
4. Ajan säästön määrän muuttuminen ajan funktiona.

Tiehankeiden edullisuusvertailuissa on yleisenä käytäntönä, että aikasäästön yksikköarvo on matkan pituudesta ja siis aikasäästön pituudesta riippumaton.¹⁷ Tämä näyttää johtuvan kahdestakin syystä. Toisaalta näyttää syynä olevan asiaa koskevan tarkemman tutkimustiedon puuttuminen ja ehkä jossain määrin ristiriitaiset tutkimustulokset. Toisaalta on asiaa perusteltu siten, että mikäli tieinvestointihankkeita tarkastellaan eristettyinä investointeina, joissa pieniä aikasäästöjä ei esim. oteta huomioon lainkaan, jää tällöin myös ajallisesti peräkkäisistä hankkeista kertyvä yhteenlaskettu aikasäästö vaille arvoa.

Jälkimmäinen perustelu on ontuva kahdessakin mielessä. Ensinnäkin peräkkäisten hankkeiden toteuttamisajankohtien väli saattaa olla varsin pitkä. Tämän seurauksena niiden ajansäästöjen yksikköarvoja ei voida investointilaskelmissa sinänsä suoraan verrata keskenään. Toiseksi on huomattava, että peräkkäisten hankkeiden aikasäästöistä yleensä vain vähäinen osa koskee samoja yksilöitä. Esimerkkinä voidaan mainita vaikkapa Helsinki-Hämeenlinna moottoritie. Sen koko liikennemäärästä on varsin pieni osa sellaista, joka ajaa koko välin Helsinki-Hämeenlinna. Vain tämän osan osalta voidaan aikasäästöt koko väliltä laskea yhteen. Tämä aikasäästö muodostuu moottoritievaihtoehdossa verrattain merkittäväksi. Valtaosa moottoritien liikennemäärästä on sellaista, joka käyttää ko. tietä melko lyhyen matkan. Tämän osan osalta moottoritievaihtoehdon tarjoama ajansäästö muodostuu yleensä vähäiseksi.

Jotta ajansäästöllä ajansäästönä voitaisiin katsoa olevan arvoa, tullee ajansäästön olla niin merkittävä, että yksilöt havaitsevat sen. Havaitsemisen konkreettisenä ilmentymänä voitaneen pitää sitä, että ko. ajansäästö vaikuttaa ainakin periaatteessa heidän käyttäytymiseensä.

Tieinvestointilaskelmat ovat tyypillisiä pitkän aikavälin laskelmia. Ajan arvostus muuttuu ajan kulumisen myötä. Tähän ei ole kiinnitetty asian tärkeys huomioonottaen riittävästi huomiota kirjallisuudessa. Tämä ongelma jakaantuu ajansäästön arvostuksessa kahteen osaongelmaan: a)

¹⁶ Luettelon kohdat 2 ja 3 koskevat soveltuvien osien myös muita tämän tutkimuksen ulkoisia kustannuksia.

¹⁷ Ks. Liikenneministeriö, Liikenteessä kuluvan ajan arvo, s. 37-.

miten ajan arvostus muuttuu ajan kulumisen myötä ja b) miten eriaikaiset kustannukset muunnetaan samanaikaisiksi (esim. millä korkokannalla ne diskontataan nykyhetkeen).

Kumpaan näistä osaongelmista ei löydy yksiselitteistä vastausta. Eräänä mahdollisuutena ajan arvottamisessa ajan kulumisen myötä on pitää perustana ennakoitua keskimääräistä kansantalouden tuottavuuden muutosta. Tällöin ajan arvon nousu esim. 1990-luvulla olisi suuruusluokaltaan keskimäärin 2-3% vuodessa. Laskentakorkokantana voitaneen käyttää 3-5%:n reaalkorkoa, jota voidaan pitää perusteltuna tämän tyyppisissä infrastruktuuri-investoinneissa.¹⁸

Edellä käsiteltyjen osaongelmien suhteen tehdyt ratkaisut ovat ajan arvottamisen kannalta hyvinkin keskeisiä. Näihin osaongelmiin ei saada suoraan vastausta empiirisen maksuhalukkuustutkimuksen avulla.

Vapaa-ajan arvottamista koskevissa empiirisissä tutkimuksissa on tutkimuskohteena yleensä ollut työikäinen väestö. Tämän takia on lasten ja eläkeläisten ajan arvottamiseen kiinnitetty varsin niukalti huomiota, vaikka nämä ryhmät esim. Suomessa muodostavat olennaisen osan liikenteessä olevasta koko populaatiosta. Ajan arvostus näiden ryhmien osalta saattaa ainakin periaatteessa olennaisesti poiketa tilanteesta työikäisen väestön kohdalla.¹⁹ Tämä seikka tulisikin tavalla tai toisella ottaa mahdollisissa empiirisissä Suomea koskevissa tutkimuksissa huomioon.

Tieinvestointihankkeiden edullisuusvertailuissa on laskettava ajansäästön kokonaisarvo. Se riippuu ajan yksikköarvon ohella ajansäästön määrästä/yksilö ja ajansäästöä saavien yksilöiden lukumäärästä. Vaikka ajansäästön määräkomponentin käsittely ei varsinaisesti kuulu tämän tutkimuksen tehtäväalueeseen, on sitä syytä muutamalla sanalla käsitellä.

Ajansäästön määräkomponentin selvittäminen on varsin ongelmallinen ennustetehtävä. Tätä voidaan havainnollistaa seuraavalla esimerkillä. Olkoon kyse tietystä tieoikaisusta, jonka avulla matka-aika pisteestä A pisteeseen B lyhenee m aikayksikköä. Nykytilanteen mukaan matka-ajan lyhenemisen suuruus voidaan yleensä selvittää melko luotettavasti. Samoin voidaan melko luotettavasti selvittää niiden yksilöiden lukumäärä, jota matka-ajan lyheneminen nykytilanteessa koskee. Asia muuttuu huomattavan ongelmalliseksi, kun näiden kahden muuttujan osalta on

¹⁸ LTT, Tieliikenteen ja rautatieliikenteen kustannusvastaavuus, s. 38. Ks. myös LTT, Tieliikenteen onnettomuuskustannukset Suomessa (s. 57), jossa diskonttokorkona on käytetty 4%. Viimeksimainitussa tutkimuksessa käytettiin tuottavuuden ennusteluontoisena kasvulukuna 2,4% vuodessa.

¹⁹ Bone on tutkimuksessaan "The Value of Travel Time Savings" suosittanut lasten ja eläkeläisten ajan arvoksi 80% työikäisten ajan arvosta. Vastaavasti Iso-Britanniassa tehdyn tutkimuksen tekijät suosittelivat eläkeläisten ajan arvoksi 75% ja lasten ajan arvoksi 80% työikäisten ajan arvosta.

tehtävä ennuste esim. 30 vuoden tähtäyksellä. Liikennemäärä ko. tieoikaisuosuudella kasvaa tulevaisuudessa. Tämän kasvun ennustaminen sinänsä on vaikeata. Samanaikaisesti kuitenkin ajansäästö/yksilö muuttuu. Se saattaa lyhentyä tai pidentyä riippuen siitä, mitä pidetään vertailuperustana. Se periaatteessa lyhenee ainakin pitkällä aikavälillä, mikäli vertailuperustana pidetään liikennemäärää tieoikaisuosuudella tarkastelukauden alussa. Se saattaa pidentyä, mikäli vertailuperusteena käytetään liikenneolosuhteita oikaisemattomalla tieosuudella. Liikennemäärän kasvassa saattaisi liikenteen nopeus oikaisemattomalla osuudella nimittäin muodostua varsin ruuhkaiseksi ja hitaaksi.

Mainitun määräkomponentin kehityksen selvittämisen tärkeys korostuu, mikäli ajan yksikköarvo riippuu säästetyn ajan pituudesta.

7 LIIKENTEEEN PAKOKAASUPÄÄSTÖJEN VAIKUTUSTEN ARVOTTAMINEN

Tieliikenteen osuus ilmansaasteiden aiheuttamista vahingoista on huomattava, vaikka tarkkojen osuuksien arvioiminen on vaikeaa. Ilmansaasteiden vaikutuksen arviointia vaikeuttaa myös se, että jotkut vaikutukset ilmenevät vasta suhteellisen pitkän ajan jälkeen. Lisäksi saasteet varastoituvat ja kertyvät ajan myötä haitallisiksi pitoisuuksiksi sekä muodostavat keskenään entistä vaarallisempia yhdisteitä.

Tässä luvussa esitellään liikenteen pakokaasupäästöjen mahdolliset haittavaikutukset sekä pohditaan voitaisiinko, maksuhalukkuuteen perustuvia menetelmiä soveltaa kyseisten haittojen arvottamiseen.

7.1 Pakokaasupäästöjen haittavaikutusten tyypittely

Saastehaitat voidaan karkeasti jakaa ilmansaasteisiin, vesistöpäästöihin ja kiinteisiin jätteisiin. Liikenteen kannalta merkittävimpänä ongelmana ovat ilmansaasteet. Seuraavassa luettelossa on esitetty pakokaasupäästöjen (ilmansaasteiden) haittavaikutusten tyypittely.

Terveyshaitat

- kuolema
- sairaudet

Materiaalivahingot

- asuinrakennukset, toimisto- ja tehdasrakennukset ja infrastruktuuri
- historialliset rakennukset ja monumentit
- likaantuminen

Maatalouden vahingot

- tuotanto

Metsätalouden vahingot

- tuotanto
- virkistyskäyttö

Vesistöjen pilaantuminen (happosateet jne.)

- kalastus
- pohjavesi
- virkistyskäyttö

Epämiellyttävyys

- ilman näkyvyys
- haju

Kasvihuoneilmiö.

Vaikka tieliikenteen päästöt ovat enimmäkseen pelkästään ilmansaasteita, aiheuttavat ne myös osaltaan haittaa vesistöille. Liikenteen kiinteäksi jätteeksi voidaan laskea käytöstä poistetut ajoneuvot, akut, renkaat, öi-

jyt yms. (Liikenneministeriö 1991). Lisäksi teiden kunnossapidolla on vaikutuksia ympäristön laatuun. Näistä merkityksellisin on varmastikin maantiesuolan pinta- ja pohjavesille aiheuttama vahinko.

Koska liikenteen pakokaasupäästöjen vaikutusta ympäristön tilan heikkenemiseen on erittäin vaikea erottaa kaikkien ilmansaasteiden yhteisvaikutuksesta, käsitellään tässä raportissa näiden vaikutusten arvottamisen problematiikkaa yleistäen se koskemaan kaikkia ilmansaasteita. Liikenteen pakokaasupäästöjen ja muista lähteistä peräisin olevien ilmansaasteiden vaikutusten arvottamiseen käytettävissä menetelmissähän ei periaatteessa pitäisi olla eroa.

7.2 Ilmansaasteiden vaikutusten arvottaminen

Ympäristöarvot (luonto tai ihmisen tekemä ympäristö) voidaan jakaa **käyttöarvoon** (user value) ja ns. **olemassaoloarvoon** (existence value). Käyttöarvo muodostuu **ympäristöresurssien hyödyntämisestä taloudellisesti tai virkistyskäytössä**. Ympäristöllä tai sen osalla on olemassaoloarvoa, koska monet ihmiset ovat valmiita maksamaan sen **säilyttämistä, vaikka he eivät koskaan sitä käyttäisikään** (OECD 1989).

Käyttöarvo voidaan edelleen jakaa **kuluttavaan** (esim. metsätalous) ja **kuluttamattomaan** (esim. maisemasta nauttiminen) komponentteihin sekä ns. **mahdollisuusarvoon** (option value). Mahdollisuusarvo muodostuu, mikäli ihmiset ovat valmiita maksamaan siitä, että esimerkiksi luonnonpuisto tai monumentti säilytetään siltä varalta, että he joskus haluavat käydä sitä katsomassa. (OECD 1989)

Tyypillisiä korkean olemassaoloarvon omaavia "hyödykkeitä" ovat mm. villieläimet, luonnonkauniit paikat, historialliset rakennukset ja taideteokset. Jotkut ihmiset saattavat nauttia ympäristöhyödyistä, koska he voivat lukea, nähdä kuvia televisiosta tai kuulla muiden kokemuksia niistä. Enimmäkseen ympäristön olemassaoloarvon katsotaan perustuvan ihmisen epäitsekkyteen, jota motivoi myötätunto nykyisiä ja tulevia sukupolvia kohtaan. Epäitsekkyys voi kohdistua myös eläinkuntaan, vaikka se kuulostaakin melko vaikeaselkoiselta ja tulkinnanvaraiselta. Osa ihmisistä tuntee vastuuta eläinten elinympäristön säilyttämisestä, koska ne ovat itse kykenemättömiä puolustamaan itseään ja elinympäristöään. (OECD 1989)

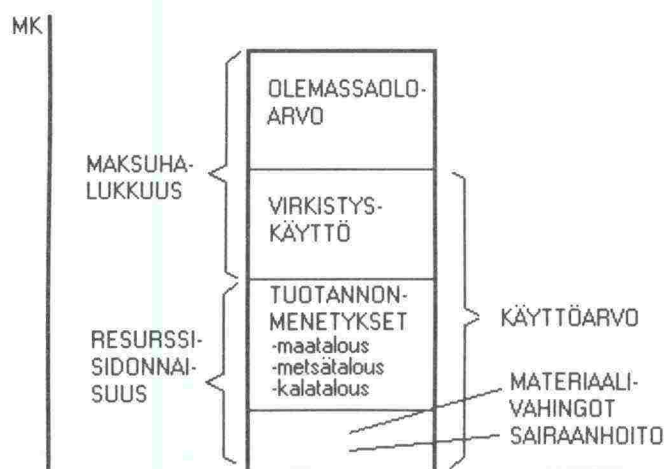
Ympäristön tilan parantamisen kokonaistaloudellinen arvo saadaan kun lisätään käyttöarvon nousuun olemassaoloarvon lisäys.

7.3 Mahdolliset arvotusmenetelmät

Ilmansaasteiden vähentämisen yhteiskunnalliset vaikutukset voidaan jakaa aineellisiin ja aineettomiin hyötyihin. **Aineelliset hyödyt** käsittävät lähinnä metsä-, maa- ja kalatalouden tuotoksen parantumisen, sairaanhoidon resurssien vapautumisen, sairauden tai kuoleman aiheuttaman tuotantopanosmenetyksen vähentymisen sekä materiaalivahinkojen korjaustarpeen vähenemisen saastemäärien vähentämisen seurauksena. **Aineettomiksi hyödyiksi** voidaan lukea mm. metsä- ja vesialueiden virkistyskäyttöarvon sekä olemassaoloarvon nousu.

Hyötyjen arvottamiseen tulisi soveltaa niiden erilaisesta luonteesta johtuen joko maksuhalukkuuteen tai resurssisidonnaisuuteen perustuvaa menetelmää. **Aineellisten hyötyjen** (haittojen vähentämisen) arvottamisessa tulisi kysymykseen resurssisidonnaisuuteen perustuva menetelmä, jossa hyödyn mittana käytetään esimerkiksi maatalousmaan lisääntyneen tuoton arvoa.

Aineettomien hyötyjen arvottaminen on niiden subjektiivisen luonteen vuoksi mahdollista ainoastaan yksilöiden maksuhalukkuuksiin perustuvan menetelmän avulla. Seuraavassa kuviossa on esitetty saastepäästöjen vähentämisellä saavutettavien hyötyjen ryhmittely ja mahdolliset arvotusperiaatteet. Kuviossa 9 laatikoiden suuruudet *eivät* kuvaa hyötykomponenttien suhteellisia merkityksiä.



Kuvio 9: Saastepäästöjen vähentämisen hyödyt (haittojen vähentyminen) ja niiden arvottaminen.

7.3.1 Resurssisidonnaisuusperiaate

Resurssisidonnaisuusperiaate perustuu saasteiden vuoksi menetettyjen tai niiden aiheuttamien vahinkojen korjaamiseen sitoutuvien resurssien arvon määrittämiseen. Menetelmän käyttö edellyttää, että saastemäärien muutosten vaikutukset em. resurssien menetykseen tai sitoutumiseen voidaan määritellä kohtuullisella tarkkuudella. Tähän on pyritty käyttä-

mällä ns. monimuuttuja-analyysiä, jonka käyttö edellyttää laajan taustatiedon hankkimista tutkittavasta kohteesta taustamuuttujineen (esim. terveysvaikutukset) ja sen yhdistämistä tietoihin saastepitoisuuksien vaihteluista tutkittavalta ajanjaksolta. Menetelmällä voidaan periaatteessa estimoida saasteiden lisääntymisen tai vähenemisen suhteellinen vaikutus kohteeseen, jonka jälkeen muutoksen arvon määrää sen yksikköhinta (metsän tai maatalousmaan lisätuoton, ihmishengen säästämisen tai materiaalivahinkojen korjaamisen yhteiskuntataloudellinen arvo).

7.3.2 Havaittuun mieltymykseen perustuva maksuhalukkuuden mittaaminen

Ympäristön laadun muutoksia on pyritty arvottamaan epäsuorasti asuntojen hintoihin perustuvilla malleilla, koska ympäristötekijöillä katsotaan olevan vaikutusta asuntojen hintoihin. Tietoja samantyyppisiltä asuinalueilta on käsitelty tilastollisilla menetelmillä, joiden avulla on pyritty selvittämään ympäristötekijöiden osuus kiinteistöjen hintaeroista ja johtamaan näin ihmisten maksuhalukkuus ympäristön laadun parantamiseksi (OECD 1989). Menetelmän heikkoutena on se, että monimuuttuja-analyysissä useat muuttujat korreloivat voimakkaasti keskenään ja lisäksi oletetaan, että muuttaminen on vapaata, hinnat määräytyvät markkinoilla vapaasti ja muuttamisesta ei aiheudu merkittäviä kustannuksia. Lisäksi asuntojen kierto on suhteellisen hidasta ja vertailuun soveltuvia asuinalueita on erittäin vaikea löytää (Mitchell & Carson 1989). Kuitenkin on selvää, että ympäristösaasteilla kuten ilmansaasteilla ja melulla on merkittävä vaikutus asuntojen ja kiinteistöjen hintoihin. Menetelmällä saatujen arvojen luotettavuus on melko kiistanalainen ja niiden perusteella voidaan osoittaa ainoastaan vaikutusten suuruusluokka. (OECD 1989)

Metsä- ja vesialueiden **virikistyskäyttöarvojen** estimoinnissa on käytetty ns. matkakustannusmenetelmää. Menetelmä perustuu suoraan havainnointiin siitä, kuinka paljon rahaa ja aikaa ihmiset ovat käyttäneet päästäkseen hyödyntämään tiettyjä alueita (esim. luonnonpuistoja) virikistystarkoituksessa. Hyötyarvo muodostuu tällöin matkan aiheuttamista kustannuksista (polttoaine, junalippu tms.), mahdollisesta pääsymaksusta sekä matkalla ja paikan päällä kulutetun ajan arvosta (OECD 1989). Päästöjen vähentämisen seurauksena esim. virikistysalueen käyttöarvo todennäköisesti nousee, mikä tulisi ottaa kustannus-hyötylaskelmissa huomioon.

7.3.3 Ilmoitettuun mieltymykseen perustuva maksuhalukkuuden mittaaminen

Ympäristön laatuun vaikuttavien muutosten arvo voidaan periaatteessa selvittää kysymällä ihmisiltä suoraan, kuinka paljon he olisivat halukkaita

maksamaan, jotta esitetty hypoteettinen muutos toteutuisi. Suora maksuhalukkuuksien kysyminen on käytännössä ainoa tapa, jolla ympäristön olemassaoloarvoa voidaan mitata. Menetelmää on käytetty mm. saasteiden aiheuttaman ilman näkyvyyden heikkenemisen, vesistöjen laadun muuttumisen ja virkistysalueiden yhteiskuntataloudellisen arvon määrittämisessä.

Periaatteessa suoralla kysymyksellä voidaan selvittää, kuinka paljon ihmiset olisivat halukkaita maksamaan ilmansaasteiden vähentämisestä tietyllä määrällä, jolloin heidän ilmoittamansa arvon voitaisiin katsoa sisältävän lähinnä muutoksen aiheuttamaa aineetonta hyötyä, kuten olemassaoloarvon käyttöarvon lisäystä. Näin ollen muutoksen aiheuttama metsä-, maa- ja kalatalouden tuotoksen lisääntymisen aikaansaama yhteiskuntataloudellinen hyöty jäisi todennäköisesti arvottamatta ja se tulisi selvittää muilla keinoin, kuten esimerkiksi resurssisidonnaisuusperiaatteella. Menetelmää on käytetty ulkomailla, erityisesti Yhdysvalloissa suhteellisen paljon yksittäisten, case - tyyppisten ympäristömuutosten arvottamisessa.

7.4 Eri vaikutusten arvottamiseen soveltuvat menetelmät

Terveysvaikutukset

Ilmansaasteiden vaikutuksia kuolleisuuteen ja sairastuvuuteen on pyritty selvittämään tilastollisilla monimuuttujamenetelmillä. Niiden käyttö edellyttää laajan epidemiologisen tiedon ja ilman saastepitoisuustietojen saatavuutta. 1980 -luvulla malleja on kehitetty siten, että niissä on yhtenä muuttujana otettu huomioon ihmisten terveydenhuoltoon käyttämät varat, jotta kyseisille haitoille voitaisiin määrittää yksilöiden käyttäytymiseen perustuva hinta. Monimuuttujamenetelmillä ei kuitenkaan ole pystytty kiistattomasti osoittamaan saasteiden osuutta kuolleisuuteen ja sairastuvuuteen. Lisäksi menetelmän edellyttämää, tarpeeksi monipuolista tietoa ei ole ollut yleensä käytettävissä muualla kuin USA:ssa. (OECD 1989)

Maksuhalukkuuden suoraa kysymistä voitaisiin periaatteessa soveltaa vastaavasti kuin liikenneonnettomuudessa kuolemisriskin arvottamisessa. Ongelmana on saasteiden aiheuttamien kuolemien ja sairauksien määrästä ja laadusta tarvittavan tiedon puutteellisuus. Menetelmän käyttö vaikeutuu myös, mikäli todennäköisyydet kuolla tai sairastua ovat erittäin pieniä. Tällöin ihmisten on hyvin vaikea ymmärtää, mistä he käytännössä maksaisivat riskin pienentyessä esim. 20 prosentilla.

Kuoleman- ja sairaustapausten määrän muuttumisen suorat taloudelliset vaikutukset jäisivät arvotettaviksi resurssisidonnaisuusperiaatteella eli laskemalla sairaanhoidon resurssien sitoutumisessa ja mahdollisten uhrien tuotantopanoksessa tapahtuvan muutoksen arvo.

Materiaalivahingot

Ilmansaasteiden osuutta materiaalivahinkojen aiheuttajana ei tiedetä varmuudella, koska luotettavaa havaintoaineistoa ei ole käytettävissä. Materiaalivahingot voidaan luonteensa mukaisesti luokitella tavanomaisiin asuin- ja liikerakennusten vaurioihin, historiallisten rakennusten ja monumenttien vaurioitumiseen sekä varsinaista vaurioitumista aiheuttamattomaan likaantumiseen.

Tavanomaisille rakennuksille aiheutettuja vahinkoja on pyritty arvottamaan lähinnä etsimällä yhteyttä talojen maalaus- ja kunnostustöiden sekä alueen saastemäärien välille. Vaikuttavuustietojen puutteellisuuden lisäksi em. arvottamista vaikeuttaa se, että saastuneilla alueilla annetaan esim. maalipintojen usein vaurioitua ennen uusimista enemmän kuin ympäristöltään paremmilla asuinalueilla. Näin ollen fyysisen linkin löytyminen on erittäin kyseenalaista.

Periaatteessa historiallisten rakennusten ja monumenttien säästyminen saastevaurioilta tulee aliarvostettua perinteisellä korjauskustannusmenetelmällä, koska niillä on käyttö- ja olemassaoloarvoa suurelle määrälle ihmisiä. Käyttöarvoa voidaan mitata maksuhalukkuuteen perustuvalla matkakustannusmenetelmällä tai kysymällä suoraan ihmisten maksuhalukkuuksia, jolloin voidaan selvittää myös olemassaoloarvot (OECD 1989). Käytännössä historiallisten rakennusten ja monumenttien tapauskohtainen arvottaminen on työlästä ja siinä olisi käytettävä jonkinlaista yhtenäistä keskiarvoa.

Hiukkasmaisen olemuksensa vuoksi ilmansaasteet aiheuttavat kotitalouksissa lisääntyntä siivousta ja ikkunoiden pesua, joka voidaan periaatteessa arvottaa joko maksuhalukkuuteen tai ylimääräiseen siivoukseen sitoutuviin resursseihin perustuen (OECD 1989).

Ilmansaasteista rikkiyhdisteiden, hiukkasten, oksidanttien ja typen oksidien on todettu aiheuttavan materiaalivahinkoja. Näistä rikkiyhdisteiden ja hiukkasten merkitys on useimmissa vaurioissa dominoiva (OECD 1989). Liikenteen osuus rikkidioksidi- ja hiukkaspäästöistä on tehtyjen tutkimusten mukaan melko vähäinen (noin 2% ja 15%).

Maa- ja metsätalouden vahingot

Saasteiden vaikutukset kasvinviljelyyn, karjankasvatukseen ja metsien tuottoon olisiärkevintä arvioida tuotannon määrän muutosten kautta käyttämällä yksikköhintana markkinahintoja. Tuotannonmenetyksen yhteiskuntataloudellisen arvon määrittäminen saattaa kuitenkin olla ongelmallista. Saasteiden vähentämisen vaikutuksia tuotannon määrään on vaikea arvioida, sillä tuottajat ovat usein sopeuttaneet viljelymenetel-

mänsä saasteiden vaikutuksen vähentämiseksi. Lisäksi erityisesti viljatuotteiden hinnat ovat säädeltyjä eikä tuotannon määrä ole todellisen markkinatilanteen mukaisessa tasapainotilassa, jolloin markkinat eivät välttämättä reagoi odotetusti tarjonnan lisääntymiseen ja lisäyksen arvo on hintatuen vuoksi yhteiskuntataloudellisesti liian korkea. Näin ollen lisäyksen arvo tulisivat laskea seuraavasti: muutos viljatuotteiden kuluttajain ylijäämässä + muutos tuottajien voitoissa - hallituksen tukiaiset. (OECD 1989)

Metsäalueiden virkistyskäyttö- ja olemassaoloarvojen mittaamiseen voidaan periaatteessa soveltaa matkakustannusmenetelmää (vain käyttöarvo) ja maksuhalukkuuden suoraa kysymistä ihmisiltä.

Vesistöt

Ilmansaasteiden vaikutus kalakantoihin ja kalastuksen tuottoon voidaan arvioida samoin kuin maa- ja metsätalouden tuottojen kohdalla. Pohjaveden laadun ja vesistöjen virkistyskäyttöarvojen (laadun) muutoksien arvioinnissa maksuhalukkuuteen perustuva arvottaminen on mahdollinen ja osittain myös ainoa tapa.

Epämiellyttävyys

Ilmansaasteiden epämiellyttävyys koostuu useista tekijöistä, kuten esim. hajusta ja näkyvyyden heikkenemisestä. Kyseistä komponenttia on mahdotonta arvottaa muuten kuin kysymällä ihmisten maksuhalukkuuksia. Tällöin on pidettävä huoli siitä, että ihmiset eivät sisällytä vastauksiinsa muita tekijöitä kuten metsien ja vesialueiden olemassaolo- ja virkistyskäyttöarvoja.

Kasvihuoneilmiö

Liikenteen osuus hiilidioksidipäästöistä ja siten kasvihuoneilmiön etenemisestä on olennainen. Hiilidioksidipäästöjen vähentämisen aikaansaamien suorien taloudellisten hyötyjen arvioiminen on vaikeaa. Näiden hyötyjen arvottamista yksilöiden maksuhalukkuuksia kysymällä voidaan niinkään pitää ongelmallisena, koska tavallisilla ihmisillä ei välttämättä ole asianmukaista tietoa tästä globaalista ongelmasta.

7.5 Yhteenveto ja johtopäätökset

Ilmansaasteiden päästömäärissä tapahtuvien muutosten aiheuttamien ympäristövaikutusten arvottamisessa on tietyiltä osin perusteltua nojautua resurssisidonaisuusperiaatteeseen (aineelliset vaikutukset esim. metsätuottojen muutokset) ja osaan vaikutuksista (aineettomat vaikutukset esim. olemassaoloarvon muutokset) voidaan soveltaa ainoastaan maksuhalukkuuteen perustuvaa menetelmää.

Maksuhalukkuuteen perustuvia arvoja on ulkomailla johdettu empiirisesti esim. ilman näkyvyyttä heikentävien päästöjen vähentämiselle, vesistöjen ja ilman laadun muutoksille yleensä sekä metsäalueiden virkistys- ja olemassaoloarvojen muutoksille. Pelkästään liikenteen aiheuttamien päästöjen vaikutuksia ei maksuhalukkuusmenetelmällä ole pyritty arvottamaan, koska niiden erottaminen kaikkien päästöjen yhteisvaikutuksesta on erittäin vaikeaa. Arvotettaessa liikenteen päästöjen ympäristölle aiheuttamaa haittaa (päästöjen vähentämisen hyötyjä) olisi todennäköisesti järkevintä arvioida kaikkien ilmansaasteiden yhteisvaikutuksen arvo, jonka jälkeen siitä voitaisiin suhteellisten päästömäärien perusteella erottaa liikenteelle kohdistettava osuus.

Myös resurssisidonaisuuteen perustuvan arvottamisen ongelmana on epätietoisuus liikenteen osuudesta päästöhaittojen aiheuttajana.

Ilmansaasteiden vähentämisellä saavutettavat aineettomat hyödyt kuten vesistöjen virkistyskäyttö- ja olemassaoloarvon nousu ovat tehtyjen empiiristen tutkimusten mukaan selvästi merkityksellisempiä kuin tuotannon lisääntymisellä saavutettavat aineelliset hyödyt (Mitchell & Carson 1989). Useassa tapauksessa maksuhalukkuuden suora kysyminen onkin ainoa tapa mitata hyötyjä ja sen pitäisi periaatteessa soveltua useimpien ympäristön laadun parantamiseen tähtäävien toimenpidesuunnitelmien arviointiin (OECD 1989). Näin ollen maksuhalukkuuksiin perustuvien menetelmien (erityisesti maksuhalukkuuden suoran kysymisen) merkitys ilmansaasteiden vähentämisellä saavutettavien hyötyjen arvottamisessa on varsin huomattava.

Liikenteen päästöjen arvottaminen menetelmästä riippumatta on jokseenkin mahdotonta ennen kuin päästöjen vaikutukset ympäristöön ja liikenteen osuus niistä pystytään edes kohtuullisella tarkkuudella arvioimaan. Periaatteessa kuitenkin päästöjen aiheuttamaa epämiellyttävyyttä on mahdollista arvottaa maksuhalukkuusmenetelmällä, koska sen vaikutukset ovat subjektiivisia ja kohdistuvat ihmisiin itseensä.

Käytännössä maksuhalukkuuteen perustuva ilmansaasteiden muutosten arvottaminen on erittäin ongelmallista, koska selkeiden kysymysten laatiminen siten, että ihmiset pystyisivät ymmärtämään asian tarkoitettussa laajuudessa, on erittäin vaikeaa.

8. LIKENNEMELUN VAIKUTUSTEN ARVOTTAMINEN

8.1 Melun "luonne" ja merkitys kustannuskomponenttina

Liikennemelu koostuu normaalisti useiden ajoneuvojen yhteisvaikutuksesta. Yöaikana kuitenkin yksittäisenkin ajoneuvon melu voidaan kokea häiritseväksi. Liikennemelu eroaa liikenteen muista päästöistä siinä, että sen vaikutusten välittyminen on mahdollista vain ihmisten kautta. Haitan paikallisuus on myös tyypillinen piirre melulle. Meluhaitat ovatkin keskityneet lähinnä kaupunkien sisääntuloväylille ja pääväylille. Melu ei myöskään varastoidu, kuten esim. saasteet.

Meluvaikutusten määrän selvittäminen on ongelmallista, koska vaikutukset eivät summaudu samalla tavalla kuin muut liikenteen päästöt. Liikenteen meluun reagointi ja myös siihen tottuminen vaihtelevat suuresti eri yksilöiden välillä. Yksilöiden melunsietokyky ja melukynnys ovat erittäin yksilöllisiä. Tämän johdosta haitallisen melukynnyksen määrittäminen ja melunhaitan "objektiivinen" arvottaminen on hyvin ongelmallista.

Liikenteen meluhaitat eivät kuitenkaan ole Suomessa esim. muihin Euroopan maihin verrattuna suuret. Ennustettu liikennesuoritteiden kasvu lisänee kuitenkin meluhaittojen merkitystä nykyisestä tasosta. Tiehankkeiden keskinäisessä edullisuusvertailuissa meluhaittojen vaikutus jäänee usein kuitenkin melko vähäiseksi. Meluhaittojen merkitys on suurimmillaan silloin, kun kilpailevat tiehankkeet ovat lähiön kautta kulkevan tien parantaminen ja ohitustien rakentaminen.

8.2 Liikennemelun aiheuttamien haittojen tyypittely

8.2.1 Vaikutukset viihtyvyyteen

Liikennemelu vaikuttaa yleiseen viihtyvyyteen monilla tavoin. Liikennemelulle alttiilla asuinalueella viihtyvyyden alentuminen heijastuu vaikutuksena asuntojen hintoihin tai lisääntyneinä vaimennuskustannuksina. Myös liikennemelun vähentämiseen tähtäävät toimenpiteet (esim. melulaita) vähentävät viihtyvyyttä asuinympäristössä.

Edellä mainittuja vaikutuksia on yritetty selvittää monimuuttujamenetelmällä tutkimalla melun vaikutusta asuntojen hintoihin. Melun vaikutuksen selvittäminen muiden hintoihin vaikuttavien tekijöiden joukosta sisältää kuitenkin runsaasti epävarmuustekijöitä ja tulokset ovatkin olleet melko epäluotettavia.

Melun viihtyvyyttä alentavien vaikutusten arvottamisessa maksuhalukkuusmenetelmää ei ole vielä käytetty, mutta periaatteessa se on ainoa

mahdollinen menetelmä, jolla viihtyvyyden alentuminen voidaan arvottaa. Maksuhalukkuuden mittaamisessa ongelmana on kuitenkin kysymyksenasettelun vaikeus.

8.2.2 Terveydelliset vaikutukset

Melun terveydelle aiheuttamia vaikutuksia ei tunneta kovinkaan hyvin. Myöskään liikennemelun osuus melun aiheuttamista sairauksista ei ole tiedossa. Liikennemelu ei ilmeisesti kuitenkaan aiheuta pysyviä kuulovaurioita vaan lähinnä stressiä, verenpaineen nousua ja sydän- ja verisuonisairauksien riskin lisääntymistä. Näiden vaikutusten lisäksi liikennemelu aiheuttaa päänsärkyä, väsymystä ja hermostuneisuutta.

Mikäli edellä mainitut vaikutukset johtavat sairaanhoidollisiin toimenpiteisiin, tulisi vaikutukset arvottaa tältä osin resurssisidonnaisuusmenetelmällä. Siltä osin, kuin edellä mainitut vaikutukset eivät aiheuta sairaanhoidollisia toimenpiteitä, vaikutusten arvottaminen voisi tapahtua lähinnä maksuhalukkuusmenetelmällä. Maksuhalukkuusmenetelmää käytettäessä tulisi ilmeisesti arvottaa terveydelliset vaikutukset ja vaikutukset viihtyvyyteen yhdessä, koska niiden erottaminen empiirisessä tutkimuksessa on hankalaa.

8.2.3 Vaikutukset työskentelytehoon

Työpaikalle kuuluva liikenteen melu alentaa keskittymiskykyä ja vaikeuttaa vuorovaikutusta. Näiden vaikutusten seurauksena työskentelyteho alenee ja alentunut työskentelyteho johtaa tuotantomenetyksiin. Näiden vaikutusten taloudellisten merkitysten kvantifiointi on erittäin hankalaa. Arvottaminen edellyttäisi tietoa liikennemelun ja muun työpaikalle kuuluvan melun suhteesta ja lisäksi tulisi ainakin tietää liikennemelun merkitys keskittymiskyvyn alentajana.

Arvottaminen voisi tapahtua periaatteessa lähinnä resurssisidonnaisuusmenetelmällä. Arvottamisen luotettavuutta lisäisi tällöin olennaisesti tieto työskentelytehokkuudesta melua edeltäneessä tilanteessa.

8.3 Melun arvottamismenetelmälle asetettavat vaatimukset

Melun voimakkuutta kuvaavana suureena käytetään desibeliä (dB). Koska laskennassa käytetään kymmenkantaista logaritmia äänenpaine-
tasosta, eivät desibeliarvot sellaisenaan ilmoita äänen voimakkuuden suuruutta. Kolmen desibelin nousu on juuri havaittavissa ja 10 dB:n nousu koetaan äänenvoimakkuuden kaksinkertaistumisena. Alle 25 dB:n äänitasoja on lähes mahdotonta saavuttaa muualla kuin eristetyssä studioympäristössä.

Normaalisti käytetään äänen mittauksessa eri tavoilla painotettuja suotimia. Yleisemmin käytetty suodin on A-painotettu suodin, jonka avulla mitattuja arvoja merkitään dB(A). A-suodin on painotettu siten, että se painottaa niitä taajuuksia, jotka ihminen kokee häiritsevimpinä. A-suodin onkin nykyisin ainoa liikennemelumittauksissa käytetty suodin.

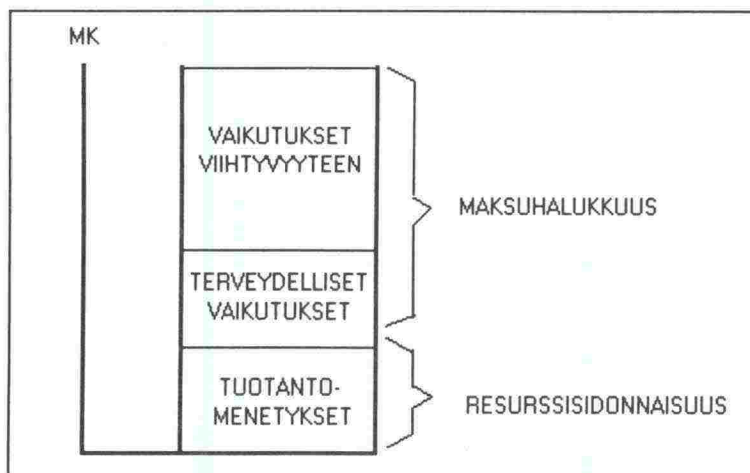
Liikennemelulle altistuvien määrä on yleensä laskettu tietyn melukynnyksen (esim. Suomessa 55 dB(A)) ylittävälle melulle altistuvien määränä. Meluhaitalle häiriintyvää ihmistä kohti on määritetty haitta-arvo. Yksikköhinnan ja häiriintyvien määrän avulla saadaan arvo koko meluhaitalle.

Perinteisesti liikennemelun arvokomponenttia on yritetty arvottaa melun estokustannusten avulla. Melun estäminen on tällöin tehty edullisimmalla menetelmällä tai yhdistelemällä seuraavista toimenpiteistä: ikkunoiden eristämisen parantaminen, ikkunoiden vaihto ja korkean tai matalan meluesteen rakentaminen.

Melun yksikköhinta tulisi kuitenkin laskea siten, että sitä voidaan hyödyntää myös pelkkään meluntorjuntaan tähtäävien toimenpiteiden kannattavuuden arvioinnissa. Tällöin tulee varoa käyttämästä esim. meluaidalla vähennettävän melun hyödyn arvona varjohintaa, joka on laskettu meluaidan kustannusten perusteella. Tällöinhän meluaidan rakentamisen hyödyt ja kustannukset olisivat aina automaattisesti yhtä suuret.

8.4 Liikennemelun vaikutusten arvottaminen ja arvotukseen liittyvät ongelmat

Seuraavassa kuviossa on esitelty liikennemelun häiritsevyypittely ja häiritsevien arvottamiseen soveltuvat arvottamismenetelmät.



Kuvio 10: Liikennemelun vaikutusten tyypittely ja niiden arvottaminen

Kaikki liikennemelun aiheuttamat vaikutukset ovat erittäin vaikeasti kvantifioitavissa. Tuotantomenetyksien laskeminen resurssisidonnaisuusmenetelmällä sisältää ilmeisesti suuria virhemarginaaleja. Vastaa-

vasti maksuhalukkuusmenetelmän soveltaminen viihtyvyyden ja terveydellisten vaikutusten arviointiin edellyttää melko laajaa empiiristä kokemusta kysymystenasettelusta.

9 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

9.1 Tutkimuksen tausta

Tiehankkeiden keskinäisessä edullisuusvertailussa hankkeista aiheutuvien ns. ulkoisten haittojen (esim. melu ja päästöt) huomioon ottamiseen on nykyään kiinnitetty yhä enemmän huomiota. Haitat voidaan arvottaa nojautumalla lähinnä **resurssisidonnaisuusperiaatteeseen** tai **maksuhalukkuusmenetelmään**.

Resurssisidonnaisuusperiaatteeseen nojaututtaessa arvotetaan ne resurssit, jotka sitoutuvat tai menetetään kyseisten haittojen vuoksi. Kustannukseen verrattavissa on tuotto, joka mahdollisesti menetetään haittojen vuoksi. Resurssisidonnaisuusperiaate soveltuu käytettäväksi silloin, kun sitoutuneella tai menetetyllä resurssilla on tavalla tai toisella määritettävissä oleva markkina-arvo.

Maksuhalukkuusmenetelmässä arvotuksessa nojaututaan siihen, kuinka paljon yksilöt tai yhteisö olisivat valmiita maksamaan haittojen poistamisesta tai vähentämisestä. Maksuhalukkuusmenetelmässä voidaan siis nojautua joko yksilön tai yhteisön maksuhalukkuuteen.

Suomessa on liikenteen ulkoisten haittojen arvottamisessa tähän mennessä nojaututtu resurssisidonnaisuusperiaatteeseen siltä osin kun haittakustannuksia ylipäättään on laskelmissa otettu huomioon. Yhä yleisemmin ollaan kuitenkin sitä mieltä, että arvottamisessa tulisi nojautua maksuhalukkuusmenetelmään. Viimeksimainittua pidetään teoreettisesti perustellumpana, kun lähtökohtana on ns. yhteiskuntataloudelliseen tehokkuuteen pyrkiminen.

Maksuhalukkuuksiin pohjautuvien arvojen käyttöön liittyy kuitenkin joukko periaatteellisia ja käytännön ongelmia. Niiden kartoittamista on pidetty välttämättömänä, jotta saataisiin kuva maksuhalukkuuksiin pohjautuvaan arvottamiseen siirtymisen mahdollisuuksista ja edellytyksistä.

9.2 Tavoitteet ja rajaukset

Tämän tutkimuksen tavoitteet on kiteytetty seuraavien kysymysten muotoon:

- Mitkä ovat maksuhalukkuusmenetelmän teoreettiset perusteet?
- Minkätyyppisillä kysymyksenasetteluilla ja mittareilla maksuhalukkuutta periaatteessa voidaan mitata? Mitkä ovat mittarien heikot ja vahvat puolet?

- Minkätyyppisillä kysymyksenasetteluilla ja mittareilla maksuhalukkuutta empiirisissä tutkimuksissa on mitattu? Mitkä ovat olleet mittareiden heikot ja vahvat puolet ja minkälaisia tuloksia on saatu?

Maksuhalukkuusmenetelmän soveltuvuutta on tarkasteltu **onnettomuuskustannusten, aikakustannusten, päästökustannusten ja melukustannusten** osalta. Tavoitteena ei kuitenkaan ole ollut kustannuserien suuruuden empiirinen selvittäminen.

9.3 Keskeiset tutkimustulokset ja johtopäätökset

Tieliikenteen ulkoisten haittojen arvottamiseen tähtääviä maksuhalukkuustutkimuksia on tehty kaiken kaikkiaan melko vähän. Tehdyt tutkimukset ovat keskittyneet tilastollisen elämän arvon ja aikasäästöjen arvottamiseen. Lisäksi saman aihealueen (kustannuskomponentin) tutkimuksissa kysymyksenasettelut ovat olleet erittäin pitkälle samansuuntaisia.

Maksuhalukkuuteen perustuvien arvojen käyttö on perusteltua lähinnä tiehankkeiden edullisuusvertailuissa. Niiden käyttöön esim. kustannusvastaavuuslaskelmissa tulee suhtautua suurella varauksella. Laskentatilanne vaikuttaa keskeisesti em. sovellettavuuteen.

Liikenneonnettomuuskustannukset

Liikenneonnettomuuksien aiheuttamien kustannusten arvottamiseen tähtäävissä, maksuhalukkuuden kysymiseen perustuvissa tutkimuksissa on voimakkaasti painotettu kuolemaan johtaviin onnettomuuksiin. Tilastollisen elämän arvon estimointi on perustunut ihmisten halukkuuteen maksaa kuolemaan johtavan onnettomuuden todennäköisyyden tietynsuuruudesta pienenemisestä. Tilastollisen ihmishengen säästämisen arvo on laskettu jakamalla ihmisten ilmoittama em. maksuhalukkuuden mukainen rahamäärä kyseisellä todennäköisyyden muutoksella.

Sekä Iso-Britanniassa että Ruotsissa on lisäksi aloitettu empiiriset maksuhalukkuustutkimukset muiden kuin kuolemaan johtavien henkilövahinkojen arvottamiseksi. Testauksen perusteella on päädytty suosittamaan varsinaisessa tutkimuksessa käytettäväksi pääasiassa eri loukkaantumisten arvottamista suhteutettuna kuolemaan johtavan loukkaantumisen hintaan, mutta rinnakkaisena menetelmänä on suositettu käytettäväksi suoraa maksuhalukkuuden kysymistä.

Vaikka yksilöiden maksuhalukkuuksien mittaamiseen liittyy monia vielä avoimia kysymyksiä ja menetelmän luotettavuutta vastaan on esitetty runsasta kritiikkiä, on tutkimusten määrän lisääntymisen ja niiden huolel-

lisen jälkianalysoinnin ansiosta pystytty kartoittamaan menetelmän käytön suurimmat ongelmat. Henkilövahinkojen arvottamisessa keskeisen ongelman muodostaa se, että haastateltavien on vaikeaa ymmärtää pienten todennäköisyyksien muodossa esitettyä fyysistä riskiä ja sen muutosta.

Vain materiaalivahinkoihin johtavien onnettomuuksien aiheuttamaa epämiellyttävyyttä ja harmitusta ei ole toistaiseksi pyritty arvottamaan yksilöiden maksuhalukkuuksiin perustuen. Liikenneonnettomuuksien aiheuttamien materiaalivahinkojen, hallinnollisten ja sairaanhoidon kustannusten arvottamisessa onkin luontevaa nojautua resurssisidonnaisuuteen perustuviin arvotusmenetelmiin.

Aikakustannukset

Liikenteessä säästetyn ajan arvottamiseen tähtääviä maksuhalukkuustutkimuksia on tehty melko vähän. Tutkimuksia, joissa maksuhalukkuutta tietylle ajansäästölle kysyttäisiin suoraan, ei ole löytynyt. Tehdyt tutkimukset ovat perustuneet valintoihin pohjautuvaan arvottamiseen, jolloin kysymyksenasetteluja sinänsä on vaikea kritikoida. Menetelmän mahdolliset heikkoudet liittyvätkin lähinnä käytetyn laskentamallin sisäisiin oletuksiin.

Tutkimuksissa ajan arvon mahdollinen riippuvuus aikasäästön pituudesta on käytännössä sivuutettu lähes kokonaan. Ottaen huomioon asian suuren merkityksen tieinvestointien kannattavuuslaskelmissa tätä voidaan pitää selvänä puutteena.

Työajalla tapahtuva aikasäästö tulisi arvottaa joko resurssisidonnaisuusmenetelmällä tai maksuhalukkuusmenetelmällä. Vapaa-ajalla tapahtuvat aikasäästöt tulisi arvottaa vain maksuhalukkuusmenetelmällä. Vapaa-ajalla tapahtuvilla aikasäästöillä on keskeinen rooli tiehankkeiden edullisuusvertailuissa.

Em. syiden vuoksi voidaan maksuhalukkuuteen pohjautuvaan aikasäästöjen arvottamiseen siirtymistä pitää erittäin tarpeellisena ja jopa kiireellisenä.

Päästö- ja melukustannukset

Maksuhalukkuustutkimuksia, joissa on pyritty arvottamaan pelkästään liikenteen päästöjen ja melun kustannuksia, ei ole löytynyt. Päästöjen osalta maksuhalukkuusmenetelmää voisi soveltaa lähinnä päästöjen vähentämisellä saavutettavien aineettomien hyötyjen, kuten esim. virkistyskäyttö- ja olemassaoloarvojen kasvun arvottamiseen. Muilta osilta päästöjen arvotuksen tulisi tapahtua resurssisidonnaisuusmenetelmällä. Melun osalta maksuhalukkuusmenetelmä soveltuu viihtyvyysarvojen ja

niiden terveydellisten vaikutusten, jotka eivät johda sairaanhoidollisiin toimenpiteisiin, arvottamiseen. Muut melun haittavaikutukset tulisi arvottaa resurssisidonnaisuusmenetelmällä.

9.4 Jatkotutkimusehdotukset

9.4.1 Johdanto

Tämän tutkimuksen tarkoittamien liikenteen ulkoisten haittojen arvottamisessa tulisi Suomessakin mahdollisuuksien mukaan siirtyä maksuhalukkuusperiaatteeseen perustuvaan menetelmään. Tämä edellyttää kuitenkin asiaan liittyvän empiirisen tutkimustyön tekemistä. Koska kyseessä on erittäin laaja ja monimuotoinen tutkimuskenttä, tulisi tutkimukset aloittaa tiettyjen osaongelmien selvittämisellä. Ne palvelevat tarvittaessa välittömästi laaja-alaisempien empiiristen tutkimusten tekemistä.

Harkittuaan asiaa on LTT päätenyt ehdottamaan seuraavia aiheita koskevien tutkimusten mahdollisimman pikaista toteuttamista:

- Liikenneonnettomuuksissa kuolleiden elämän arvon määrittäminen
- Liikenteessä säästetyn ajan arvon merkitys liikenteessä mukana oleville
- Liikennemelun häiritsevyys melulle altistettujen mielestä.

Kustakin näistä hankkeista on seuraavassa esitetty pääpiirteittäinen suunnitelma resurssitarvearvioineen.

9.4.2 Liikenneonnettomuuksissa kuolleiden elämän arvon määrittäminen

Tausta

Liikenneonnettomuuksissa kuolleiden elämän arvo tulisi periaatteessa määrittää sen mukaan, kuinka paljon yksilöt ovat valmiit maksamaan kuolemaan johtavien onnettomuuksien vähentämisestä. Vastaava koskee loukkaantumisiin johtavia onnettomuuksia. Käytännössä tämä on tapahtunut kysymällä ihmisten maksuhalukkuuksia onnettomuusriskin pienentämisestä ja/tai korvausvaatimuksia riskin lisäämisestä. Käytännössä jälkimmäisen mittaaminen on todettu vaikeaksi, koska ihmiset ovat yleensä haluttomia luopumaan jo saavutetusta turvallisuustasosta. Lisäksi tienparannushankkeissa onnettomuusriskiä yleensä pyritään pienentämään, jolloin em. korvausvaatimusten mittaamiseen ei käytännössä ole juuri tarvetta.

Ulkomailla tehdyissä empiirisissä maksuhalukkuuden selvittämiseen tähtäävissä tutkimuksissa on saavutettu rohkaisevia tuloksia, vaikka ky-

symyksenasettelut ovatkin osoittautuneet melko vaikeiksi vastaajien kannalta. Tutkimukset ovat tähän mennessä koskeneet lähinnä elämän arvon määrittämistä (kuolemisriskiä). Loukkaantumisriskin pienentämisen arvottamiseen tähtäävistä tutkimuksista on toistaiseksi hyvin vähän kokemuksia. Tähän liittyvä tutkimus on äskettäin aloitettu Iso-Britanniassa ja Ruotsissa.

Tavoitteet

Tutkimus on empiirinen. Siinä tähdätään liikenneonnettomuuksissa kuolien elämän arvon määrittämiseen nojautumalla Jones-Leen (Iso-Britannia) ja Perssonin (Ruotsi) kehittämään menetelmään. Mikäli osoittautuu tarkoituksenmukaiseksi pyritään elämän arvon ohella määrittämään vakavan loukkaantumisen arvo.

Toteutus

Tutkimuksessa sovelletaan ensisijaisesti Perssonin käyttämää menetelmää tilastollisen ihmishengen (ja mahdollisesti vakavan loukkaantumisen) arvottamiseksi. Alunperin Jones-Leen ja myöhemmin Perssonin käyttämässä kysymyksenasettelussa oleellisin arvostuskysymys liittyi siihen, kuinka paljon ihmiset olisivat valmiit maksamaan autoon asetettavasta turvavarusteesta, joka pienentäisi tietyllä määrällä heidän riskiään kuolla liikenneonnettomuudessa. Persson käytti ihmisten omaa arviota riskin suuruudesta.

Tietojen hankinta tehdään henkilökohtaisina haastatteluina haastateltavien kodeissa. Kohdepopulaation muodostavat henkilöt, jotka ainakin jossain määrin ajavat autoa. Oros tapahtuu ryväsotantana esim. lähtöosoitemenetelmään nojautuen. Aineiston hankintaa jatketaan niin kauan, että kokoon saadaan noin 500 käyttökelpoista vastauslomaketta.

Lomakkeen kysymykset jaetaan kolmeen pääryhmään seuraavasti:

- Taustamuuttujat (ikä, koulutus, tulot, vuosittainen ajomäärä, onnettomuuskokemukset jne.).
- Onnettomuusriskin arviointikysymykset (tarkoituksena selvittää ihmisten käsitykset liikenteen onnettomuusriskien suuruudesta ja samalla tutustuttaa heidät riskikäsitteeseen ja todennäköisyyksien esittämistapaan; visuaalisten apuvälineiden esittely).
- Arvotuskysymykset (tarkoitus selvittää ihmisten halukkuus maksaa onnettomuusriskien muutoksista; perustelut keskimääräistä selvästi pienemmille ja suuremmille maksuhalukkuuksille).

Työn vaiheet

Tutkimuksen vaiheet ovat seuraavat:

1. Tavoitteiden yksilöinti, haastattelulomakkeen laadinta ja testaukset.
2. Aineiston hankinta (tapahtuu kokenutta haastatteluorganisaatiota käyttäen).
3. Aineiston tulostus ja tulosten analysointi.
4. Raportin laadinta (väliraportteja laaditaan projektin kuluessa).

Aikataulu ja resurssitarvearvio

Mikäli tutkimuksessa noudatetaan edellä kaavailtuja pääsuuntaviivoja, on LTT arvioinut sen edellyttävän 8-9 kuukauden tutkijatyöpanoksen täydennettynä tiiviillä ohjauspanoksella. Aika-arvio perustuu siihen, että LTT:ssä tunnetaan nyt varsin hyvin mallina olevien tutkimusten kysymyksenasettelut. Haastatteluvaiheen toteuttaminen vie noin 2 kuukautta.

Loppuraportti voidaan saada valmiiksi 9-10 kk:n kuluttua työn aloittamisesta. Väliraportteja on syytä laatia tarpeen mukaan.

9.4.3 Liikenteessä säästetyn ajan arvon merkitys liikenteessä mukana oleville

Tausta

Tiehankkeiden edullisuusvertailuissa aikasäästöjen arvottamisella on keskeinen merkitys. Laskelmissa on ajan yksikköarvo säästetyn ajan pituudesta riippumatta käytännöllisesti katsoen kaikkialla pidetty vakiona. Tämän käytännön perustelut ovat LTT:n mielestä osin jopa virheelliset.

Tienparannuksissa saavutettavat aikasäästöt ovat keskimäärin melko lyhyitä. Hankkeiden edullisuusvertailuissa aikasäästöjen kokonaisarvo koostuukin suuresta määrästä lyhyitä aikasäästöjä.

Useat taloustieteilijät ovat sitä mieltä, ettei lyhyillä aikasäästöillä ole yksilöiden ja yhteiskunnan hyvinvoinnin kannalta arvoa. Samoin lyhyiden aikasäästöjen arvottaminen samalla yksikköhinnalla kuin pidempien on monien taloustieteilijöiden mielestä virheellistä. LTT yhtyy näihin näemyksiin.

Tavoitteet

Tämän tutkimuksen perusongelmana on analysoida, voidaanko aikasäästön yksikköarvoa pitää säästetyn ajan pituudesta riippumattomana. Tutkimuksen tavoitteet voidaan kiteyttää seuraavien kysymysten muotoon:

- Minkä suuruisia absoluuttisia aikasäästöjä ihmiset ylipäätään arvostavat (olisivat valmiit maksamaan jotain niiden saavuttamisesta)?
- Minkä suuruisia suhteellisia aikasäästöjä ihmiset ylipäätään arvostavat?
- Riippuuko ajan arvostus siitä, onko kyseessä säännöllisesti toistuva matka (esim. työmatka) vai satunnainen matka (esim. virkistysmatka)?
- Miten ihmiset arvostavat aikasäästöä verrattuna ajomukavuuden parantumiseen?
- Miten saadut tiedot vaikuttaisivat 2-3 tyypillisen tienparannushankkeen kannattavuuslaskelmaan (herkkyysanalyysi; on mahdollista tehdä, mikäli aikasäästöestimaatit on saatavissa jaoteltuna aikasäästöjen pituuksien mukaan)?

Toteutus

Tutkimus on suunniteltu toteutettavaksi seuraavan vaihejaottelun mukaan:

1. Tutkimuksen tavoitteiden täsmentäminen, haastattelulomakkeen laadinta ja testaus.
2. Aineiston hankinta (tapahtuu kokenutta haastatteluorganisaatiota käyttäen; kyseeseen saattaa tulla osin puhelinhaastattelu; tavoitteena saada 200-250 käyttökelpoista vastauslomaketta).
3. Aineiston tulostus ja tulosten analysointi.
4. Saatujen tietojen soveltaminen herkkyysanalyysimielessä 2-3 tienparannushankkeen kannattavuuslaskelmaan.
5. Raportin laadinta (väliraportteja laaditaan projektin kuluessa).

Aikataulu ja resurssitarvearvio

Mikäli tutkimuksessa noudatetaan edellä kaavailtuja pääsuuntaviivoja, on LTT arvioinut sen edellyttävän 6 kuukauden tutkijatyöpanoksen täydennettynä tiiviillä ohjauspanoksella. Aineiston hankintavaiheen toteuttaminen vie noin 2 kuukautta.

Loppuraportti on mahdollista saada valmiiksi 7 kk:n kuluttua työn aloittamisesta. Väliraportteja on syytä laatia tarpeen mukaan.

9.4.4 Liikennemelun häiritsevyys melulle altistettujen mielestä

Tausta ja tavoitteet

Melu on paikallisesti varsin olennainen liikenteen ulkoinen haitta. Tutkimuksia, jossa tätä haittaa olisi pyritty arvottamaan suoraan maksuhalukkuusmenetelmään nojautuen ei esillä olevan työn puitteissa ole löydetty. Tällaiset tutkimukset saattavatkin olla varsin ongelmallisia.

Ensi askeleena tätä koskevan empiirisen tutkimuksen tekemiseksi voidaan pitää tutkimusta, jossa pyrittäisiin kartoittamaan, kokevatko ihmiset liikenteen melun häiritsevänä, kuinka voimakkaasti häiritsevänä, missä muodossa häiritsevyys ilmenee ja olisivatko he valmiit maksamaan jotain liikennemelun vähentämisestä ja jos olisivat, miksi eivät sitä ole tehneet.

Toteutus

Tutkimus on suunniteltu toteutettavaksi siten, että sen kohteeksi otetaan 3 liikennemelumielessä erityyppistä aluetta ja henkilökohtaisin haastatteluin pyritään löytämään vastaukset tavoitteiden mukaisiin kysymyksiin.

Tutkimuksen vaiheet ovat:

1. Tavoitteiden yksilöinti, kohdealueiden määrittäminen, haastattelumakkeiden suunnittelu ja testaus.
2. Aineiston hankinta (tapahtuu alihankintana kokenutta haastatteluorganisaatiota käyttäen; tavoitteena saada kultakin kohdealueelta noin 100 käyttökelpoista vastauslomaketta).
3. Aineiston tulostus ja analysointi.
4. Raportin laadinta (väliraportteja laaditaan projektin kuluessa).

Aikataulu ja resurssitarvearvio

Mikäli tutkimuksessa noudatetaan edellä kaavailtuja pääsuuntaviivoja, on LTT arvioinut sen edellyttävän 5-6 kuukauden tutkijatyöpanoksen täydennettynä tiiviillä asiantuntijapanoksella. Aineiston hankintavaiheen toteuttaminen vie 1-2 kuukautta.

Loppuraportti voidaan saada valmiiksi 7 kk:n kuluttua työn aloittamisesta. Väliraportteja on syytä laatia tarpeen mukaan.

10 LÄHDELUETTELO

- Blomquist, G. 1979. Value of Life Saving: Implications of Consumption Activity. *Journal of Political Economy*, Vol. 87, No. 3, pp. 540-558.
- Bohm, P. 1979. Estimating Willingness to Pay: Why and How? *Scandinavian Journal of Economics*, 1979, pp. 142-153.
- Bohm, P. 1987. *Social Efficiency: A Concise Introduction to Welfare Economics* 2nd edn.. London: Macmillan. ISBN 0-333-44135-4.
- Bone, I.H. 1991. The Value of Travel Time Savings - Working paper No 2. Transit New Zealand.
- Dasgupta, A. K. and Pearce, D. W. 1972. *Cost-Benefit Analysis: Theory and Practice*. London: Macmillan. SBN 333 11397 7.
- Fisher, A., Chestnut, L.G. and Violette, D.M. 1989. The Value of Reducing Risks of Death: A Note on New Evidence. *Journal of Policy Analysis and Management*, Vol. 8, No. 1, pp. 88-100.
- Gerking, S. and Schulze, W. 1981. What Do We Know about Benefits of Reduced Mortality from Air Pollution Control? *AEA Papers and Proceedings*, May 1981, vol. 71, no. 2, pp.228-234.
- Hague Consulting Group. 1990. The Netherlands' "Value of Time" Study: Final report. Hague.
- Hague Consulting Group. 1991. Further Application and Validation of The Netherlands Value of Travel Time Study. 6th International Conference on Travel Behaviour, May 1991. Quebec, Canada.
- Hoehn, J.P. and Randall, A. 1987. A Satisfactory Benefit Cost Indicator from Contingent Valuation. *Journal of environmental Economics and Management*, no. 14 pp. 226-247.
- Jones-Lee, M.W. 1988. The Willingness-to-Pay Approach to the VALuation of Safety: Some Introductory Notes. Paper Presented at the Nordic Seminar on Costs of Injury Accidents.
- Jones-Lee, M.W. 1989. *The Economics of Safety and Physical Risk*. Oxford and New York: Basil Blackwell. ISBN 0-631-14766-7.
- Jones-Lee, M.W. 1990. The Value of Transport Safety. *Oxford Review of Economic Policy*, Vol. 6, No. 2, pp. 39-60.

Jones-Lee, M.W., Hammerton, M. and Abbot, V. 1987. The Value of Transport Safety. Newbury: Policy Journals. ISBN 0-946967-21-0.

Jones-Lee, M.W., Loomes, G. and Philips, P. 1990. Revaluation of Non-Fatal Casualty Costs: Study A - Willingness to Pay Feasibility Study: Preliminary Findings.

Krström, B. 1990. Valuing Environmental Benefits Using the Contingent Valuation Method: An Econometric Analysis. University of Umeå (Umeå Economic Studies No. 219). ISBN 91-7174-481-9, ISSN 0348-1018.

Kroes, E.P. and Sheldon, R.J. 1988. Stated Preference Methods: An Introduction. Journal of Transport Economics and Policy, January pp. 11-26.

Lampinen, R. 1990. Liikenteen ja muun toiminnan aiheuttamat ympäristöongelmat. Neste Oy:n liikenneseminaari, Keilaniemi 29.11.1990.

Liikenneministeriö. 1988. Tieliikenteen ympäristöhaittojen arviointi rahassa. (Liikenneministeriön julkaisuja 29/88) Helsinki.

Liikenneministeriö. 1990. Liikenteessä kuluvan ajan arvo - Kirjallisuusselvityksen loppuraportti. (Liikenneministeriön julkaisuja 2/90). Helsinki. ISSN 0783-2680.

Liikenneministeriö. 1990. Liikenteessä kuluvan ajan arvo - Työraportti. Helsinki.

Liiketaloustieteellinen Tutkimuslaitos (LTT) 1988. Tieliikenteen ja rautatieliikenteen kustannusvastaavuus: Laskentaperiaatteet ja toteutuminen. Helsinki. ISBN 951-8900-04-3.

Liiketaloustieteellinen Tutkimuslaitos (LTT) 1990. Tieliikenteen onnettomuuskustannukset Suomessa: Laskentaperiaatteet ja suuruus vuonna 1987. Helsinki. (LTT:n julkaisusarja B 58). ISBN 951-8900-24-8.

Maier, G., Gerking, S. and Weiss, P. 1989. The Economics of Traffic Accidents on Austrian Roads: Risk Lovers or Policy Deficit? Empirica - Austrian Economic Papers, Vol. 16, No. 2, pp. 177-192.

Miller, T. and Guria, J. 1991. The Value of Statistical Life In New Zealand. Wellington: Ministry of Transport. ISBN 0-477-05255-X.

Mishan, E.J. 1971. Evaluation of Life and Limb: A Theoretical Approach. Journal of Political Economy, July/August 1971, No. 4, pp.687-705.

Mishan, E.J. 1988. Cost-Benefit Analysis. 4th edn. London: Unwin Hyman. ISBN 0-04-445092-3.

Mitchell, R.C. and Carson, R.T. 1989. Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method. Washington D.C.: Resources for the Future. ISBN 0-915 707-32-2.

Mäkelä, K. 1990. Liikenteen ympäristövaikutusten arvottaminen. Julk.: Tieliikenteen ympäristötalous -seminaari. Helsinki: Tiehallitus.

The MVA Consultancy. 1987. The Value of Travel Time Savings. Newbury: Policy Journals. ISBN 0-946967-15-6.

Mäntynen, J. 1988. Liikenteen taloudellinen arvottaminen. Espoo: Neste energiatalousosasto.

OECD, 1989. Environmental Policy Benefits: Monetary Valuation. Paris: OECD. ISBN 92-64-13182-5.

Persson, U. 1984. Värdet av riskreduktion. Lund: Institutet För Hälso- och Sjukvårsekonomi (IHE). Meddelande 1984:7. ISSN 0349-7631.

Persson, U. 1991. The Value of Risk Reduction: Results of a Swedish Sample Survey. Lund: Swedish Institute of Health Economics (IHE). IHE Working Paper 1991:4. ISSN 1100-4657.

Pitkänen, E. 1990. Kustannus-hyötylaskelmien perusteet. Helsinki. (Helsingin kauppakorkeakoulun opetusmonisteita n:o 476). ISBN 951-700-647-0, ISSN 0356-7230.

Shechter, M. 1991. A Comparative Study of Environmental Amenity Valuations. Environmental and Resource Economics, 1991, No. 1, pp. 1-27.

Smith, V.K. and Desvousges, W.H. 1987. An Empirical Analysis of the Economic Value of Risk Changes. Journal of Political Economy, Vol. 95, No. 1, pp. 89-114.

Smith, V.K., Desvousges, W.H. and Fisher, A. 1986. A Comparison of Direct and Indirect Methods for Estimating Environmental Benefits. American Journal of Agricultural Economics, May 1986, pp. 280-290.

Sugden, R. and Williams, A. 1978. The Principles of Practical Cost-Benefit Analysis. Oxford University Press. ISBN 0-19-877040-5.

Tielaitos, tiehallitus. 1990. Pakokaasujen ja melun arvottaminen tiesuunnittelussa - Esiselvitys. Helsinki.

Tielaitos, tiehallitus 1990. Tieliikenteen ajokustannukset 1990. Helsinki.
ISBN 951-47-2738-X, TIEL 703614-90.

Tilastollisen ihmishengen arvon käsite ja sen sovellettavuus toimenpidevertailuissa

Tietyn toimenpiteen aikaansaama hyvinvoinnin lisäys yksilötasolla on mitattavissa rahamääräisenä selvittämällä, kuinka paljon yksilö olisi enimmillään halukas maksamaan siitä, että toimenpide suoritettaisiin. Kysyttäessä ihmisiltä heidän halukkuuttaan maksaa kuolemisriskin pienentymisestä katsotaan heidän ilmoittamansa rahamäärän vastaavan riskin pienenemisen aiheuttamaa hyvinvoinnin lisäystä. Esim. tienparannushankkeella aikaan saatava kokonaishyödyn lisäys lasketaan periaatteessa summaamalla kaikkien toimenpiteestä hyötyvien maksuhalukkuudet ja lisäämällä niihin säästyneiden resurssikustannusten ja netto-tuotannonmetyksen arvo. Jotta turvallisuuden parantamisella aikaan saatu hyöty saataisiin vertailukelpoiseksi muilla menetelmillä (esim. ihmillisen pääoman menetelmä) laskettujen onnettomuuden välttämisen hyötyjen ja kustannusten kanssa, käytetään teknisenä laskentayksikkönä ns. "tilastollisen kuoleman (tai loukkaantumisen)" arvoa kuvaamaan elämän arvon menetystä yksilölle itselleen.

Olkoon esimerkkinä tapaus, jossa 100 000 ihmistä hyötyvät kukin kuolemisriskin pienentymisestä, joka on suuruudeltaan $1/100\ 000$. Tällöin kuolemantapausten määrä kyseisessä populaatiossa oletetaan vähenevän yhdellä ja toimenpiteellä voidaan sanoa vältettävän yksi "tilastollinen kuolema". Mikäli kaikki olisivat halukkaita maksamaan riskin pienentymisestä wmk saadaan kokonaismaksuhalukkuudeksi wmk $\times 100\ 000$, joka kuvaa yhden tilastollisen kuoleman välttämisen arvoa. Käytännössä edellinen arvo saadaan jakamalla maksuhalukkuuden keskiarvo kuolemistodennäköisyyden pienenemisen määrällä $1/100\ 000$ (Jones-Lee 1988).

On kuitenkin korostettava, että edellä määriteltyä tilastollisen kuoleman arvoa ei voida verrata yhden anonyymin henkilön varmaan kuolemaan. Todennäköisyyksien muodossa kuvattu riski ei välttämättä tarkoita sitä, että joku kyseisestä populaatiosta todella kuolee. Tilastollisen elämän arvo on toimenpiteen vaikutuksen kohteena olevalle populaatiolle laskettu keskiarvo siitä suhteesta, jolla yksilöt ovat halukkaita luopumaan varallisuudestaan (tuloistaan) riskin marginaalisen pienentämisen hyväksi (maksuhalukkuus jaettuna riskin muutoksella). Taloustieteessä käytetäänkin usein termiä "varallisuuden ja riskin rajakorvaavuusaste" (marginal rate of substitution of wealth for risk) tilastollisen kuoleman asemesta (Jones-Lee 1988).

Tilastollisen ihmishengen arvon on todettu riippuvan haastateltujen kokeman alkuperäisen riskitason ja riskin muutoksen suuruudesta. Lisäksi siihen vaikuttaa luonnollisesti se, kuinka paljon yksilöt arvostavat turvallisuuttaan (Jones-Lee et al. 1987, Persson 1991). Tilastollisen ihmishengen säästämisen arvoa tulisi periaatteessa käyttää ainoastaan

arvioitaessa sellaisia toimenpiteitä, joissa lähtöriskitaso ja riskin muutos vastaavat tilannetta, jossa maksuhalukkuus on mitattu. Koska tilastollisen ihmishengen arvon "räätälöiminen" hankekohtaiseksi ei ole järkevää, olisi maksuhalukkuuden mittaaminen pyrittävä sopeuttamaan tilanteeseen, joka riskitason ja riskin muutoksen suuruuden osalta vastaa mahdollisimman hyvin esim. tietyn ajanjakson aikana toteutettaviksi suunniteltuja hankkeita (esim. Persson, haastattelu 4/1991). Tällöin voidaan laskelmissa perustellusti käyttää keskimääräistä tilastollisen ihmishengen arvoa.

Tilastollisen ihmishengen arvo ei myöskään luonteensa vuoksi periaatteessa sovellu kuolemaan johtaneiden liikenneonnettomuuksien jälkikäteen suoritettavaan kokonaiskustannusten arviointiin, vaan sitä tulisi käyttää lähinnä suunnittelun apuvälineenä tulevaisuuden tienparannushankkeissa.

TIELAITOKSEN SELVITYKSIÄ

- 18/1991 Pohjaveden suojaus maativisteellä tien luiskassa. TIEL 3200017
- 19/1991 Liikennetunnelien kuivatus- ja lämpöeristysrakenteet. TIEL 3200018
- 20/1991 Kunnossapidon tuloksen mittaus. TIEL 3200019
- 21/1991 Tiesuolauksen vaikutus pohjaveteen Salpausselän alueella. TIEL 3200020
- 22/1991 Tiekohtaiset nopeusrajoitukset ja onnettomuudet 1984 - 1988. TIEL 3200021
- 23/1991 Kiertoliittymät ja niiden välityskyky. TIEL 3200022
- 24/1991 Teiden kantavuusvaihtelut 1987-89. TIEL 3200023
- 25/1991 Tierakenteen kantavuusvaihtelu ja laskennalliset kantavuudet. TIEL 3200024
- 26/1991 Joukkoliikenne; Kirjallisuusselvitys ja -referaatit. TIEL 3200025
- 27/1991 Kauhavan taajamatien saneerauksen vaikutukset. TIEL 3200026
- 28/1991 Kuormausjärjestelyt teiden kunnossapidossa. TIEL 3200027
- 29/1991 Collisions with Road Structures and Appurtenances. TIEL 3200028E
- 30/1991 Tien hoitoajoneuvojen vahinkotutkimus. TIEL 3200029
- 31/1991 Polttoaineen hinnannousun vaikutus autonkäyttöön. TIEL 3200030
- 32/1991 Liikenneonnettomuuksien aikasarjaennuste vuodelle 1991. TIEL 3200031
- 33/1991 Hirvieläinonnettomuudet yleisillä teillä 1990. TIEL 3201921-91
- 34/1991 Hankasalmen ja Kauhavan taajamakuvatarkastelu. TIEL 3200032
- 35/1991 Tietullit ja kiinteät tienkäyttömaksut, optimaalinen maksujärjestelmä tieliikennesektorille. TIEL 3200033
- 36/1991 Kansalaisten osallistuminen tiensuunnitteluun; Muurla-Lohjanharju vaihtoehtoselvityksen arviointi. TIEL 3201870
- 37/1991 Rautatien tasoristeysonnettomuudet yleisillä teillä 1990. TIEL 3201870-91
- 38/1991 Palvelutasomittareiden vertailumittaukset 1991
- 39/1991 Mittausautomaation hyödyntäminen maarakennuskoneiden ohjauksessa. TIEL 3200035
- 40/1991 Ramppiohjausselvitys. TIEL 3200036
- 41/1991 Ramps Metering Review. TIEL 3200037E
- 42/1991 Kuorma-autojen vaikutuksesta muuhun liikenteeseen. TIEL 3200038
- 43/1991 Maksuhalukkuusmenettelyn soveltuvuus tieliikenteen vaikutusten arviointiin. TIEL 3200039

ISBN 951-47-4994-4
ISSN 0788-3722
TIEL 3200039